

MINISTERUL ENERGIEI ELECTRICE

3.2. - FT.26/1 - 82

FIȘĂ TEHNOLOGICĂ PENTRU EXPLOATAREA  
REPARAREA ȘI REVIZIA TEHNICĂ A  
COMUTATOARELOR DE REGLAJ ÎN  
SARCINĂ PENTRU TRANSFORMATORE  
DE MEDIE ȘI MARE PUTERE

VOLUMUL I    PARTEA I

COMUTATOARE TIP VEM (R.D.G.)  
ȘI VASSIL KOLAROV (R.P.B.) TIP RS2 ȘI RSG2

ICEMENERG  
București - 1984

MINISTERUL ENERGIEI ELECTRICE

3.2.-PT 26/1-82

FISĂ TEHNOLOGICĂ PENTRU EXPLOATAREA,  
REPARAREA ȘI REVIZIA TEHNICĂ A COMU-  
TATOARELOR DE REGLAJ ÎN SARCINĂ PEN-  
TRU TRANSFORMATORE DE MEDIE ȘI MARE PUTERE

VOLUMUL I, PARTEA I  
COMUTATOARE DE TIP VEM (R.D.G.) ȘI  
VASSIL KOLAROV (R.P.B.) TIP RS<sub>2</sub> ȘI RS<sub>3</sub><sub>2</sub>

(Aprobată prin procesul verbal C.I.R.E.  
nr. 3392 din 5.08.1982)

I C E M E N E R G  
București - 1984

# C O N T I N U T

	Pag.
1.1 Generalități .....	7
1.1.1 Principiul general de funcționare .....	7
1.1.2 Subansambluri principale .....	7
1.1.3 Sisteme de reglaj .....	10
1.1.4 Succesiunea deplasării contactelor selectorului și ruptorului, la comutarea de la o treaptă la cea alăturată (diagrama circulară) .....	13
1.1.5 Lucrări de exploatarea comutatoarelor și operațiile ce se execută în cadrul exploatarei .....	16
2. Comutatorul de reglaj sub sarcină tip Jansen, de fabricație VSM-R.D.G. ....	20
2.1. Descriere .....	20
2.2. Lucrări de întreținere curentă ce se efectuează de către personalul de exploatare .....	31
2.3. Lucrări și verificări asupra ruptorului .....	32
2.4. Subansamblul selector-inversor .....	48
2.5. Repararea în atelier a subansamblului selector-inversor și verificarea după reparare .....	56
2.6. Repararea transmisiei selector-ruptor .....	59
2.7. Revizia dispozitivului de acționare .....	60
2.8. Repararea cutiei de acționare .....	63
2.9. Repararea transmisiei dintre suban- samblurileruptor-selector și cutia de acționare .....	65

2.1e. Transportul comutatoarelor de reglaj în sarcină, de fabricație R.D.G. ....	67
3. Comutatorul de reglaj al tensiunii sub sarcină tip Jansen, de fabricație V.Kolarov - Sofia - R.P.B. ....	68
3.1. Descriere .....	68
3.2. Controale și lucrări curente ce se efectuează de către personalul de exploatare .....	77
3.3. Lucrări și verificări asupra rupto- rului .....	78
3.4. Subansamblul selector-inversor .....	87
3.5. Repararea subansamblului selector- inversor a comutatorului de reglaj sub sarcină și verificarea după reparare .....	87
3.6. Repararea transmisiei selector-ruptor la comutatoarele de reglaj sub sarcină, construcție R.P.B. ....	91
3.7. Revizia cutiei cu dispozitivul de acțio- nare la comutatoarele tip RS <sub>2</sub> și RSG <sub>2</sub> - R.P.B. ....	93
3.8. Repararea cutiei de acționare, fabricație R.P.B., tip RPK-3 .....	96
3.9. Repararea transmisiei dintre selector-ruptor și cutia de acționare la comutatoarele de reglaj sub sarcină, construcție R.P.B. ....	98
3.1e. Pregătirea comutatorului de reglaj sub sarcină tip Jansen, pentru efectuarea transportului și transportul acestuia .....	100
4. Măsuri specifice de protecție a muncii .....	101
5. Formații de lucru, norme de timp, materiale .....	102

## 6. Încheierea lucrărilor ..... 103

## ANEXE:

ANEXA 1.	Verificări efectuate asupra comutatorului de reglaj în sarcină în diferite etape ale reparației și montajului în atelierele centrale de reparații și apoi în exploatare pentru punerea în funcțiune .....	104
ANEXA 2.	Oscilografierea timpilor de lucru ai contactelor principale și auxiliare ale ruptorului .....	108
ANEXA 3.	Verificarea diagramei circulare a întregului ansamblu comutator (ruptor, selector, inversor) cu mecanism de acționare și eliminarea abaterilor nepermise .....	111
ANEXA 4.	Uscarea comutatoarelor de reglaj în sarcină .....	115
ANEXA 5.	Verificarea cuplării corecte a dispozitivului de acționare cu comutatorul și egalizarea, pentru ambele sensuri de parcurs, a treptelor de reglaj, a numărului de rotații dintre momentul funcționării ruptorului și momentul opririi dispozitivului de acționare .....	117
ANEXA 6.	Verificări în atelierele de reparații după efectuarea reparațiilor la comutatoarele de reglaj în sarcină .....	119
ANEXA 7.	Lista de utilaje, dispozitive și scule, necesare reviziei tehnice și reparației comutatoarelor .....	135
ANEXA 8.	Fișa de evidență a comutatoarelor transformatoarelor de putere .....	137
ANEXA 9.	Buletin de revizie/reparație a comutatoarelor .....	139
BIBLIOGRAFIE .....		140



## 1. GENERALITĂȚI

### 1.1. Principiul general de funcționare

La comutatoarele de fabricație VEN-R.D.G. și RS<sub>2</sub> - R.P.B., principiul de funcționare are la bază sistemul dr. Jansen, și anume: trecerea de la o priză de tensiune la cea alăturată se execută foarte rapid, spiarele de reglaj dintre cele două prize alăturate fiind scurtcircuitate pe o perioadă foarte scurtă de timp ( $1/10 - 1/25$  s) prin intermediul unor rezistențe de comutare.

În timpul operației de comutare, un arc elastic acumulează energie mecanică, pînă la declichetarea unui clichet care eliberează arcu elastic ce a fost tensionat în timpul acționării, cu urmare contactele de rupere a arcuului elastic (de comutare a căii de curent de la o priză la cea alăturată) au două poziții univoce și comutatorul nu se poate opri între cele două prize, între care se efectuează comutarea.

### 1.2. Subansambluri principale

Un comutator de reglaj în sarcină este compus din următoarele subansambluri principale:

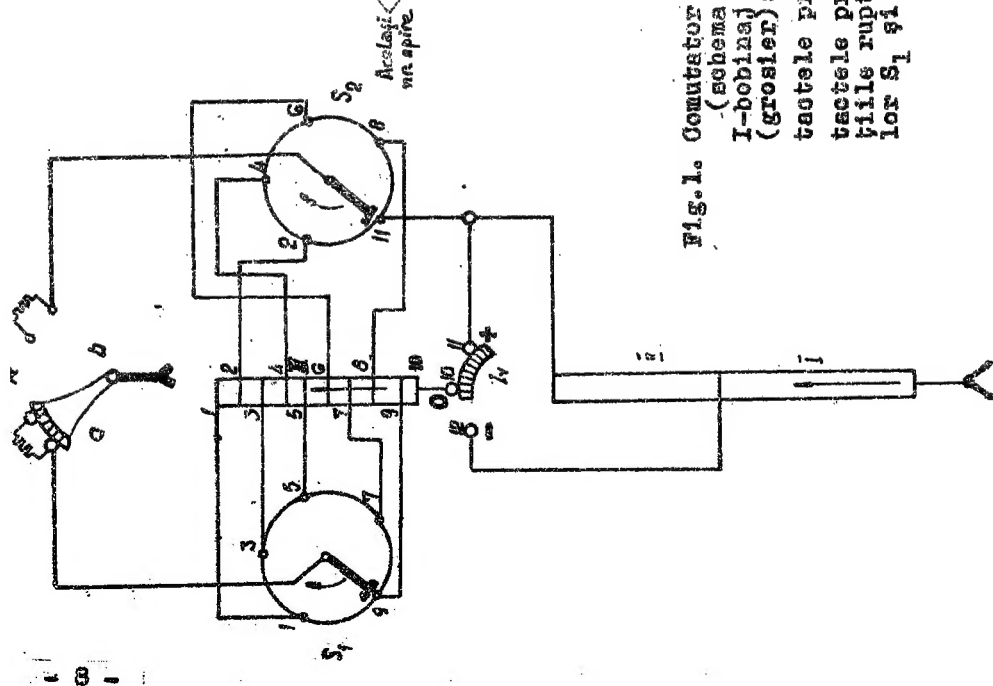
a) Selectorul, un dispozitiv de tip controler care alege prizele de reglaj ale înfășurării, pe care funcționează sau urmează să funcționeze transformatorul; trecerea de la o priză la alta se execută fără ruperea curentului, această fiind efectuată anterior de către un alt subansamblu numit ruptor (comutator propriu-zis).

OBSERVAȚIE. Se atrage atenția că indicațiile din prezenta fișă tehnologică nu trebuie să contrazică instrucțiunile fabricii furnizoare, care vor fi respectate cu precădere. În prealabil, se vor studia instrucțiunile de montaj, exploatare, întreținere, verificări și reparații ale furnizorului.

De obicei, contactele selectorului sînt dispuse din punct de vedere constructiv, în două grupe, după montarea prizelor de reglaj, și anume:

- selectorul prizelor de reglaj, notate cu numere fără soț (notat cu S, în figurile 1 și 2);
- selectorul prizelor de reglaj, notate cu numere cu soț (notat cu S<sub>2</sub> în figurile 1 și 2).

b) Inversorul sau la unele construcții preselecto-



Poziția prizei	Inversor	Selector		Observații
		Priza	Priza	
1	10 — 12	1 — 2	1 — 2	a la poziția zero
2	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 1
3	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 2
4	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 3
5	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 4
6	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 5
7	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 6
8	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 7
9	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 8
10	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 9
11	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 10
12	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 11
13	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 12
14	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 13
15	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 14
16	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 15
17	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 16
18	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 17
19	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 18
20	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 19
21	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 20
22	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 21
23	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 22
24	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 23
25	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 24
26	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 25
27	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 26
28	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 27
29	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 28
30	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 29
31	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 30
32	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 31
33	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 32
34	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 33
35	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 34
36	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 35
37	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 36
38	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 37
39	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 38
40	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 39
41	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 40
42	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 41
43	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 42
44	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 43
45	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 44
46	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 45
47	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 46
48	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 47
49	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 48
50	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 49
51	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 50
52	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 51
53	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 52
54	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 53
55	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 54
56	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 55
57	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 56
58	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 57
59	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 58
60	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 59
61	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 60
62	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 61
63	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 62
64	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 63
65	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 64
66	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 65
67	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 66
68	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 67
69	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 68
70	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 69
71	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 70
72	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 71
73	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 72
74	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 73
75	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 74
76	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 75
77	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 76
78	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 77
79	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 78
80	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 79
81	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 80
82	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 81
83	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 82
84	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 83
85	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 84
86	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 85
87	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 86
88	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 87
89	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 88
90	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 89
91	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 90
92	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 91
93	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 92
94	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 93
95	10 — 12	9 — 10	9 — 10	la poziția 94
96	10 — 12	11 — 12	11 — 12	la poziția 95
97	10 — 12	1 — 2	1 — 2	la poziția 96
98	10 — 12	3 — 4	3 — 4	la poziția 97
99	10 — 12	5 — 6	5 — 6	la poziția 98
100	10 — 12	7 — 8	7 — 8	la poziția 99

Fig. 1. Comutator cu reglaj al tensiunii sub sarcină  
(schema cu domeniul extins prin asociere):  
I-bobinaj de bază; II-bobinaj de reglaj brut  
(grosier); I<sub>1</sub>-inversor; S<sub>1</sub>-selector cu con-  
tactele prizei impare; S<sub>2</sub>-selector cu con-  
tactele prizei pare; R-ruptor; a, b-pozi-  
țiile ruptorului, corespunzătoare selectoare-  
lor S<sub>1</sub> și S<sub>2</sub>; III-bobinaj de reglaj fin.



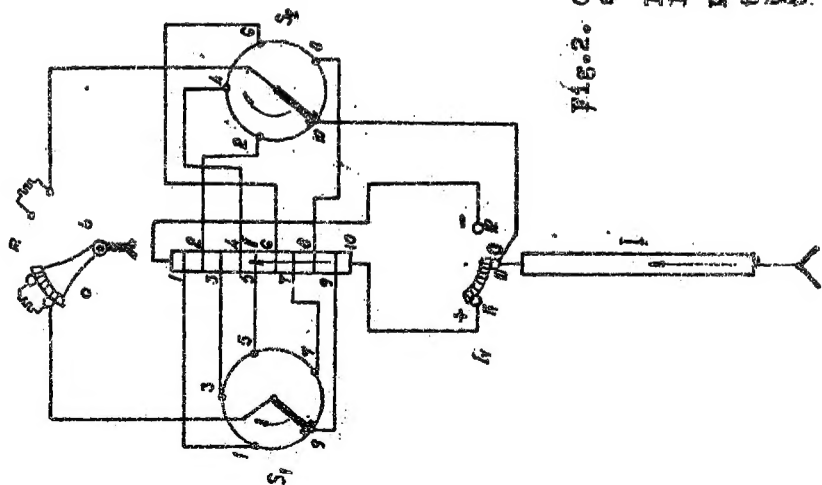


Tabela posibilităților

Priză	Inversor	Selecție	Priză	Observații
1	1	1-2	1	Priză selectată
2	2	3-4	2	Priză selectată
3	3	5-6	3	Priză selectată
4	4	7-8	4	Priză selectată
5	5	9-10	5	Priză selectată
6	6	1-2	6	Priză selectată
7	7	3-4	7	Priză selectată
8	8	5-6	8	Priză selectată
9	9	7-8	9	Priză selectată
10	10	9-10	10	Priză selectată
11	11	1-2	11	Priză selectată
12	12	3-4	12	Priză selectată
13	13	5-6	13	Priză selectată
14	14	7-8	14	Priză selectată
15	15	9-10	15	Priză selectată
16	16	1-2	16	Priză selectată
17	17	3-4	17	Priză selectată
18	18	5-6	18	Priză selectată
19	19	7-8	19	Priză selectată
20	20	9-10	20	Priză selectată

Fig.2. Comutator cu reglaj al tensiunii sub sarcină (schema cu domeniul extins prin inversiune):  
 I-bobinaj de bară; II-bobinaj de reglaj;  
 I<sub>1</sub>-inversor; S<sub>1</sub>-selecție cu contactele prizei impare; S<sub>2</sub>-selecție cu contactele prizei pare; R-ruptor; S<sub>3</sub>-poziție ruptorului, corespunzătoare selecțiilor S<sub>1</sub> și S<sub>2</sub>.

rul este, de asemenea, de tip controler cu două poziții, care are ca rol extinderea domeniului de reglaj, respectiv dublarea numărului de trepte de funcționare. Și acesta nu rupe curentul în timpul funcționării contactelor sale, contactele în mișcare nefiind parcurse de curentul de sarcină. Inversorul conectează direct sau inversează capetele extreme ale întregii înfășurări de reglaj (a se vedea schema din figura 1). Preselectorul conectează (înseriază) sau deconectează o înfășurare de reglaj grosier (brut) (a se vedea schema din figura 2).

Atât selectorul cât și inversorul sau preselectorul sînt montate în cuva principală a transformatorului.

c) Ruptorul (comutatorul propriu-zis) care are ca rol trecerea curentului de sarcină de pe o priză pe alta a înfășurării. Deoarece în timpul funcționării contactelor ruptorului ia naștere un arc electric care descompune uleiul din apropiere, ruptorul este amplasat într-o cuvă separată din material izolant, pe sau în cuva principală a transformatorului.

d) Rezistențele de limitare a curentului de scurt-circuit între cele două prize alăturate ale bobinei de reglaj, care sînt scurtcircuitate în timpul trecerii contactelor ruptorului de pe o poziție pe alta de funcționare. În cazul rezistențelor de limitare (sistem dr. Jansen), acestea sînt montate în cuva separată a ruptorului, ale cărui contacte au o funcționare foarte rapidă (zeci de milisecunde).

Subansamblurile de mai sus alcătuiesc comutatorul de reglaj în sarcină propriu-zis.

e) Acționarea comutatorului de reglaj în sarcină se execută cu ajutorul dispozitivului de acționare al acestuia, și anume manual de la fața locului pînă la opritorul de sfîrșit de cursă, care este amplasat în funcție de dispozitivul de acționare. Nu este voie să se acționeze cu servomotorul.

### 1.3. Sisteme de reglaj

Pentru asigurarea unui domeniu de reglaj cât mai extins, se folosesc, de obicei, două sisteme de reglaj al tensiunii sub sarcină, și anume:

1.3.1. Sistemul de reglaj al tensiunii sub sarcină cu domeniul de reglaj extins prin asociere, în care se adaugă sau se elimină spire de reglaj la înfășurarea de bază, folosind selectorul și preselectorul cu care este prevăzut comutatorul.

În acest sistem de reglaj, înfășurarea transformato-

rului de pe o fază ( a se vedea figura 1) se compune din trei bobine.

Astfel de exemplu la un transformator cu 19 trepte de reglaj, adică  $U_N \pm 9 \times \Delta U$  trepte de reglaj există:

a) bobina de bază (I) a înfășurării, care are un număr de spire corespunzător tensiunii minime (a treptei de reglaj cu tensiunea cea mai mică):

$$U_N - 9 \times \Delta U$$

în care:  $U_N$  este tensiunea nominală;

$\Delta U$  - tensiunea unei trepte de reglaj (de obicei 1,25% sau 1,78% din tensiunea nominală);

b) bobina de reglaj brut (II) a înfășurării, care are un număr de spire corespunzător unei tensiuni:

$$9 \times \Delta U$$

I se pune bobină de reglaj brut sau grosier, deoarece are numai două capete (intrare, ieșire) și din această bobină nu se scot spire de reglaj.

c) bobina de reglaj fin (III) a înfășurării are, de asemenea, un număr de spire corespunzător tensiunii:  $9 \times \Delta U$ .

Deci, practic, această bobină are un număr de spire egal cu numărul de spire al bobinei de reglaj brut. Deosebirea constă în aceea că bobina de reglaj fin are scoase prize la fiecare treaptă de reglaj.

Funcționarea de principiu a comutatorului de reglaj sub sarcină, de tip Jansen, în cazul conectării în sistemul de reglaj prin asociere (comutator cu presselector), reiese clar din schema prezentată în figura 1 și din tabelul pozițiilor trecut în aceeași figură 1.

Din tabelul pozițiilor se observă inversorul, la comutarea treptelor în "sens crescător", trece de pe poziția "0+" pe poziția "0-" când consumatorul este schimbat de pe treapta "10" pe treapta "11", iar în "sens descrescător" execută această trecere la schimbarea de pe treapta "10" pe treapta "9".

Inversorul poate trece deci dintr-o poziție în altă poziție, numai atunci când selectorul  $S_2$  este pe plotul (priza) 11, iar ruptorul R se află în poziția "b".

În acest caz, inversorul are rolul de a introduce sau scoate din circuitul înfășurării fazei, bobina de reglaj brut.

Tot din tabelul pozițiilor (figura 1) se poate observa că la comutarea de pe o treaptă de reglaj pe altă

treaptă alăturată, selectorul a cărui cale de curent nu este străbătută de curent se mișcă, trecînd de pe un contact fix al selectorului pe cel alăturat.

Numai după ce respectivul selector a executat mișcarea pe contactul următor, ruptorul execută comutarea propriu-zisă a curentului (ruperea prin arc electric a puterii de comutare).

Se observă, de asemenea, că treptelor 10 și 11 le corespunde același număr de spire, respectiv aceeași tensiune a înfășurării unei faze, adică tensiunea nominală  $U_N$ .

1.3.2. Sistemul de reglaj al tensiunii sub sarcină cu extinderea domeniului de reglaj, prin inversiune, cu ajutorul unui inversor, se realizează prin conectarea în același sens a bobinei de reglaj (fin) la înfășurarea de bază a transformatorului și apoi prin conectarea în sens invers a bobinei de reglaj (fin) la înfășurarea de bază a transformatorului (curentul prin bobina de reglaj crează un flux contrar fluxului înfășurării de bază și deci anulează o forță magnetomotoare corespunzătoare din înfășurarea de bază).

În acest sistem de reglaj, la un transformator cu 19 trepte de reglaj, și anume  $U_N \neq 9 \times \Delta U$ , înfășurarea transformatorului pe o fază, așa cum reiese din figura 2, se compune numai din două bobine:

a) bobina de bază a înfășurării, care are un număr de spire corespunzător tensiunii nominale  $U_N$ ;

b) bobina de reglaj (II) a înfășurării, care are un număr de spire corespunzător tensiunii de reglaj egale cu  $9 \times \Delta U$ .

Din modul de realizare al conexiunilor se observă că bobina de reglaj este parcursă de curent, pe treptele 1-9 în același sens ca bobina de bază și deci tensiunile spirelor celor două bobine (bază și reglaj) se adună.

Pentru treptele 11-19, bobina de reglaj este parcursă de curent în sens contrar față de sensul curentului prin bobina de bază și deci tensiunile spirelor de reglaj se scad din tensiunea bobinei de bază.

În acest sistem de reglaj, inversorul trece de pe poziția "0+" pe poziția "0-", cînd comutatorul comută de pe treapta "10" pe treapta "11", deci cînd comutarea se face în sensul crescînd al treptelor.

La comutarea în "sens descrescător" a treptelor, inversorul execută schimbarea poziției la trecerea comutatorului de pe treapta "10" pe treapta "9".

La comutatoarele cu extinderea domeniului de reglaj prin inversiune, inversorul are rolul de a inversa sensul

curentului prin bobina de reglaj. Deci, extinderea domeniului de reglaj se realizează prin însumarea algebrică a tensiunii spirelor din cele două bobine.

Și aici se observă că treptelor "10" și "11" le corespunde același număr de spire (numai al bobinei de bază), respectiv tensiunea nominală  $U_n$ .

De asemenea, și la acest sistem de reglaj cu înversiune, succesiunea deplasării contactelor selectorului și ruptorului este aceeași ca la sistemul de reglaj prin asociere (cu comutator cu preselector) - pct.1.3.1.

#### 1.4. Succesiunea deplasării contactelor selectorului și ruptorului, la comutarea de la o treaptă de reglaj la cea alăturată (diagrama circulară)

1.4.1. În timpul unei comutări de la o treaptă la cea alăturată, se deplasează în primul rând selectorul a cărui cale nu este traversată de curent, de la un contact la celălalt al acestui selector (faza de pregătire a comutării căii de curent la acest contact fix al selectorului).

1.4.2. Abia după ce selectorul s-a oprit pe noul său contact, ruptorul trece de pe o poziție pe cealaltă care corespunde contactului pe care s-a deplasat selectorul respectiv (faza de comutare propriu-zisă).

1.4.3. În cazul în care ne aflăm pe o treaptă venind dintr-un sens de deplasare, de exemplu sensul crescător, și se procedează la comutarea înapoi (sens descrescător) pe treaptă precedentă, atunci în timpul întregului ciclu de comutare de la o treaptă înapoi la cea precedentă, se va deplasa ruptorul, selectorul nu se va mișca, rămânând pe contactele lui.

1.4.4. În timpul comutării propriu-zise (trecerea ruptorului de pe o poziție pe alta) partea de bobinaj de reglaj dintre cele două prize este pusă în scurtcircuit, iar în cazul comutării sub sarcină, curenții de scurtcircuit sînt foarte mari, devenind periculoși, atît pentru bobinaj cît și pentru comutator și, ca urmare, se introduc pe circuit rezistențe de comutare.

Fazele limită ale unei comutări propriu-zise sînt prezentate schematic în figura 3 și figura 4.

În figura 3, la poziția "a", transformatorul se află pe treapta de reglaj I, la tensiunea inițială  $E$  și curentul nominal  $I_n$ , iar prin contactul fix al prizei I (comutat prin selector la contactul fix al ruptorului) și

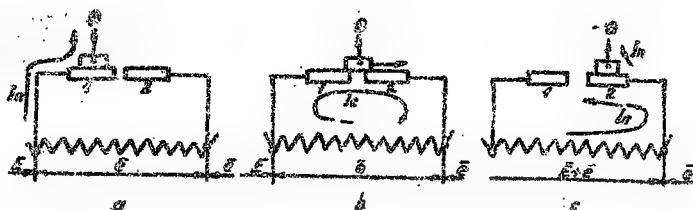


Fig. 3. Fazele comutării de pe o priză de reglaj pe alta.

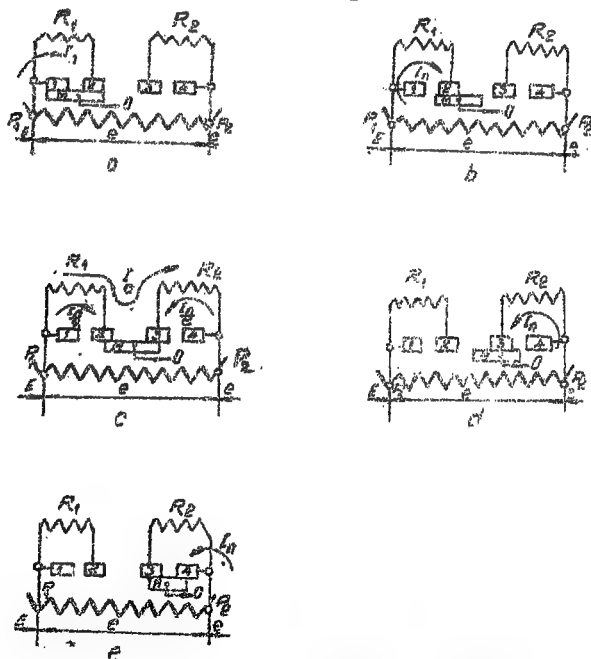


Fig. 4. Comutator tip Jansen, fabricație R.D.G.  
(ciclu de comutare):

$R_1$ ,  $R_2$ -rezistențe de comutare; 1, 2, 3, 4-contacte fixe; M-contacte mobile pentru comutare;  $P_1$ ,  $P_2$ -prize de reglaj la înfășurarea transformatorului.

contactul mobil al ruptorului se realizează închiderea circuitului electric la punctul neutru (stea) al înfășurării (vezi figura 3).

În poziția finală "e", tensiunea are mărimea  $E_{ac}$  (tensiunea unei trepte de reglaj) la același curent nominal  $I_n$ . În această poziție, închiderea circuitului electric la punctul neutru (stea) se realizează prin contactul fix al prizei 2 (contactat prin selector la celălalt contact fix al ruptorului) și contactul mobil al comutatorului.

În poziția medie "b", contactele fixe ale prizei 1 și 2 sînt scurtcircuitate de contactul mobil al ruptorului.

În acest caz, spirole de reglaj dintre cele două prize 1 și 2 sînt scurtcircuitate și parcursa de curentul de comutare  $I_c$  provine de la forța electromotoare corespunzătoare.

Dacă curentul de comutare  $I_c$  nu este limitat decât de impedanța  $Z_a$  a spirolor de reglaj dintre cele două prize 1 și 2, atunci comutarea este echivalentă cu un scurtcircuit direct al spirolor treptei de reglaj.

Pentru limitarea curentului de comutare, la comutarea de tip Janzen, se introduc în circuit rezistențe adecvate de comutare.

Schema de legare a comutării și fazele comutării sînt arătate în fig. 4.

În poziția "a", transformatorul însernează cu tensiunea inițială  $E$ , iar în poziția finală "e" tensiunea este  $E_{ac}$ .

În poziția "a", rezistența de comutare  $R_1$  este scurtcircuitată de contactul mobil al ruptorului care se află în contact direct cu contactele fixe 1 și 2 ale ruptorului.

În poziția "b", contactul mobil al ruptorului pătrunde în contactul fix 1 al ruptorului și întregul curent de sarcină trece prin rezistența  $R_1$  - contactul fix 2, la punctul de stea.

În poziția "e", contactul mobil conectează contactul fix 2 și contactul fix 3 al ruptorului. În acest caz, curentul de sarcină se împarte în două ramuri care parcurg ramurile (căile)  $R_1$ -2 și  $R_2$ -3. Pentru acești cureni se suprapune curentul local  $I_c$  produs de tensiunea  $E$  a spirolor de reglaj dintre cele două prize scurtcircuitate prin intermediul contactelor 2-3 și rezistențelor  $R_1$ - $R_2$ . Curentul  $I_c$  este în fază cu tensiunea  $E$ , respectiv  $E$ , întrucît sarcina ( $R_1 + R_2$ ) este rezistivă.

Poziția "d" reprezintă situația simetrică a pozi-

ției "b".

Deci contactul mobil părăsește contactul fix 2 și integral curent de sarcină trece prin rezistența  $R_2$ , prin contactul fix 3, la punctul de stea.

Poziția finală "c" reprezintă situația simetrică a poziției "a".

Rezistența de comutare  $R_2$  este scurtcircuitată de contactul mobil, care se află în contact direct cu contactele fixe 3 și 4 ale ruptorului.

La trecerea contactului mobil din poziția "c" în poziția "d", acesta, părăsind contactul fix 2, rape la apariția arcului electric, curentul de comutare  $I_c$ .

Puterile aparente medii de rupere la contacte - în cazul limitării curentului de comutare la valoarea curentului nominal al transformatorului - fiind de ordinul 50-150 VA, este necesar ca operația de comutare să se execute într-un timp foarte scurt.

Constructiv, s-au adoptat soluții tehnice pentru executarea ruptoarelor cu timpi de comutare de ordinul 0,04s.

Rezultatele de comutare se calculează punându-se condiția ca acestea să limiteze curentul de comutare la 90-100% din valoarea curentului nominal al transformatorului, adică:

$$I_c = (0,9 + 1,0) I_n$$

$$R_1 = R_2 = \frac{E}{\sqrt{3} (0,9 + 1,0) I_n}$$

### 1.5. Lucrări de exploatarea comutatoarelor și operațiile ce se execută în cadrul exploatării

Exploatarea comutatorului de reglaj sub sarcină presupune:

- cunoașterea comutatorului;
- efectuarea unor operații specifice exploatării (controale curente, revizii și verificări PRAM periodice, reparații);
- consemnarea operațiilor principale executate.

Cunoașterea comutatorului este asigurată prin instrucțiunile de montaj și exploatare ale comutatorului, elaborate de fabricile constructoare.

#### **OBSERVAȚIE**

Înainte de punerea în funcțiune se vor efectua verificările arătate în tabelul din anexa 1.



### 1.5.1. Lucrări de exploatare

- a) Efectuarea comutărilor
- b) Supravegherea
- c) Controlul curent

- Se vor controla vizual starea exterioară, curăţenia, lipsa de praf, neetaneşităţile şi scurgerile de ulei, nivelul de ulei în ruptor (la tipurile mai vechi VEM - R.D.G.), închiderea etanşă a cutiei cu dispozitivul de acţionare.

- De asemenea, se va controla în timpul mării, dacă termorezistenţele din cutia dispozitivului de acţionare funcţionează corect şi nivelul de ulei din cutia de angrenaje.

- Se va ţine evidenţa numărului zilnic de comutări efectuate, înregistrând cifra indicată la contorul respectiv.

### 1.5.2. Lucrări de întreţinere curentă, revizii şi verificări

Lucrările de întreţinere, reviziile şi verificările au scopul de a stabili starea comutatorului, pentru a se urmări desfăşurarea în timp a uzurii şi a se prevedea natura şi ordinul de mărire a reparaţiilor ce urmează a fi făcute ulterior.

Totodată, cu acest prilej se vor înlătura pe loc micile defecţiuni apărute în timpul exploatării şi care prin ele însele nu împiedică funcţionarea comutatorului, dar care, cu timpul, pot determina sau facilita defectarea gravă a acestuia.

Reviziile şi verificările se execută în mod normal cu o periodicitate anuală şi suprină, de regulă, următoarele lucrări:

- controlul stării uleiului din camera ruptorului;
- verificarea stării de uzură a elementelor ruptorului (în special a contactelor auxiliare şi de lucru), efectuarea remediilor;
- verificarea funcţionării corecte a ruptorului mai ales după remedierea prin măsurători speciale (PRAM);
- controlul stării şi verificarea funcţionării corecte a elementelor dispozitivului de acţionare (în special funcţionarea corectă a blocajelor mecanice, apoi electrice, a microîntreruptoarelor de poziţie), a transmisiei la distanţă a poziţiei comutatorului, a acţionării de la distanţă (din camera de comandă);
- verificări asupra ansamblului comutator, dispozitiv de acţionare, al funcţionării corecte a ansamblului;
- curăţirea de praf exterioară, precum şi în interior.

rul cutiei de acționare, remedieri, asigurarea etanșeității, gresarea și ungerea pîrghiilor, articulațiilor elementelor ale transmisiei mecanice.

### 1.5.3. Lucrări curente și reparații

Acestea se execută în mod obișnuit în circa 50 000 de comutări sau 8 ani, odată cu revizia și decuvarea transformatorului sau autotransformatorului (cu prilejul reparației transformatorului la care este montat) conform prevederilor PE 016/82.

În cadrul lucrărilor de reparații în afara operațiilor arătate la pct. 1.5.2. se efectuează controlul stării de funcționare corectă a selectorului și inversorului, eventualele remedieri, înlocuiri de piese și apoi verificarea prin probe a calității remedierilor efectuate (diagrama circulară, presiunea pe contacte ș.a.).

#### **ATENȚIE !**

1. Se interzice manevrarea subansamblurilor ruptor-selector-inversor și a altor elemente ce funcționează (se mișcă, se rotesc) în mod normal în uleiul care acționează și ca lubrifiant, dacă aceste subansambluri și elemente au fost degresate prin spălare cu benzină sau alți solvenți sau au fost supuse unor cicluri de uscare.

Manevrarea se permite numai după ce aceste subansambluri și elemente au fost imersate sau spălate în jet de ulei.

2. În cazul în care reparația necesită demontarea ruptorului sau a selectorului-inversor sau a cutiei de acționare sau a elementelor de transmisie și cuplaj dintre subansamblurile de mai sus (axe, cuple, pîrghii, angrenaje) este necesar a se aduce comutatorul cu ajutorul dispozitivului de acționare în poziția mediană (mijlocul domeniului de reglaj care corespunde tensiunii nominale) care se indică în mod obișnuit de către furnizor, poziția respectivă fiind însemnată de furnizor pe piesele și subansamblurile respective.

Dacă poziția de demontare nu este însemnată de furnizor, ea va fi însemnată pe piese și subansambluri înainte de demontare de către echipa de specialitate care execută lucrările respective.

### 1.5.4. Operațiile efectuate în exploatare (verificări, revizii, demontări)

Trebuie consemnate, pentru a se putea urmări starea comutatorului, uzura în timp a acestuia, în vederea remedierii și asigurării unei funcționări corecte, a pre-

venirii unor avarii și defectări grave.

Conservarea și evidența lucrărilor executate, a constatărilor și remediilor necesare se face prin fișa tehnică a comutatorului de reglaj sub sarcină (Anexa 8).

Fișa constituie documentul de cunoaștere a comutatorului, a caracteristicilor electrice și constructive, a evenimentelor survenite atât la montaj, la punerea în funcțiune, cât și în exploatare.

Fișa permite extragerea datelor necesare întocmirii programului de lucru al echipei ce execută reviziile curente și reparațiile la transformatoare și comutatoare.

Fișa este de format A<sub>5</sub>, fiind imprimată pe ambele fețe.

Pe prima față se trec:

- caracteristicile principale ale transformatorului sau autotransformatorului la care este montat comutatorul;

- caracteristicile tehnico-construcative ale comutatorului, ale cutiei cu dispozitivul de acționare;

- în rubrica de observații se vor nota particularitățile comutatorului;

- evidența numărului de comutări anuale este dată sub formă de fracții, având la numărător numărul de comutări iar la numitor anul respectiv.

A doua față va cuprinde date din exploatare, și anume:

- data punerii în funcțiune, buletinele de verificare cu concluziile acestora, data scoaterii din funcțiune și cauza scoaterii din funcțiune, numărul de comutări și numărul de ore de funcționare până la scoaterea din funcțiune, ce lucrări s-au efectuat.

Oricând ori transformatorul este scos din funcțiune și se execută lucrări la comutator, se notează în fișă datele cerute. Anual, se notează în fișă numărul de comutări.

În baza informațiilor din fișă se poate stabili periodicitatea efectuării unor lucrări de revizie, de reparații, defectele sistematice, modificările și lucrările de remediere.

Fișa se va păstra în următoarele locuri:

- în dosarele tehnice ale transformatoarelor respective și în stațiile cu personal permanent.

## 2. COMUTATORUL DE REGLAJ SUB SARCINĂ TIP JANSEN, DE FABRICAȚIE VEN-PDG.

### 2.1. Descriere

În figurile 5 și 6 sînt reprezentate în secțiune subansamblul "ruptor" și subansamblul "selector-inversor" care, împreună cu cutia dispozitivului de acționare (fig. 7), compun comutatorul de reglaj sub sarcină, de fabricație R.D.G.

Isolatorul de trecere din porțelan, poz. 17 (figura 5) al ruptorului este fixat prin șuruburi la flanșa metalică turnată (1).

La partea superioară se află placa de bază (21) pe care sînt montate cele trei xyfocare, corespunzătoare celor trei faze.

În interiorul izolatorului de trecere este dispus arborele din material izolant (14), acționat pe furcă (8) și care la capătul superior are o manivelă (48) cu o roată care antrenase sarcina de comutare (47).

În afară de aceasta, în izolatorul de trecere mai sînt dispuse cîte două conductoare izolate (13), pentru fiecare fază.

Capetele superioare ale acestora sînt dispuse pe ambele laturi ale ruptorului fiecărei faze.

Pentru izolarea și fixarea la traversarea plăcii de bază (21), s-au folosit izolatoarele de trecere (18).

Deoarece tensiunea ce apare între aceste legături și față de placa de bază conectată la nul (stea) atinge aproximativ o valoare egală cu tensiunea unei trepte, aceste legături au o izolație dimensionată pentru 20 kV.

Capetele inferioare ale acestor legături sînt conectate la cuștile de contact (16), care la rîndul lor fac legătura cu contactele, pare și impare, ale selectorului.

Această construcție permite demontarea izolatorului de trecere cu cutia ruptorului în cazul transportului transformatorului, fără a necesita desfacerea unor conexiuni.

În cutia ruptorului (la partea superioară a izolatorului de trecere) sînt montate rezistențele de comutație, contactele mobile și fixe principale și precontactele (legate la rezistențele de comutație), precum și dispozitivul mecanic de comutație.

Elementele componente și ciclurile de funcționare ale ruptorului sînt arătate în figurile 8 și 9.

În poziția ruptorului din schema "a", figura 8, rezistența de comutație  $R_1$  este scurtcircuitată prin contac-

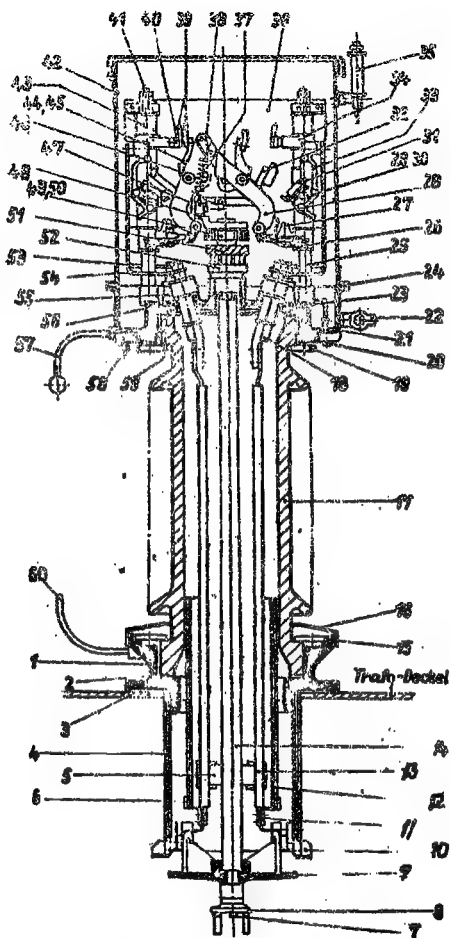
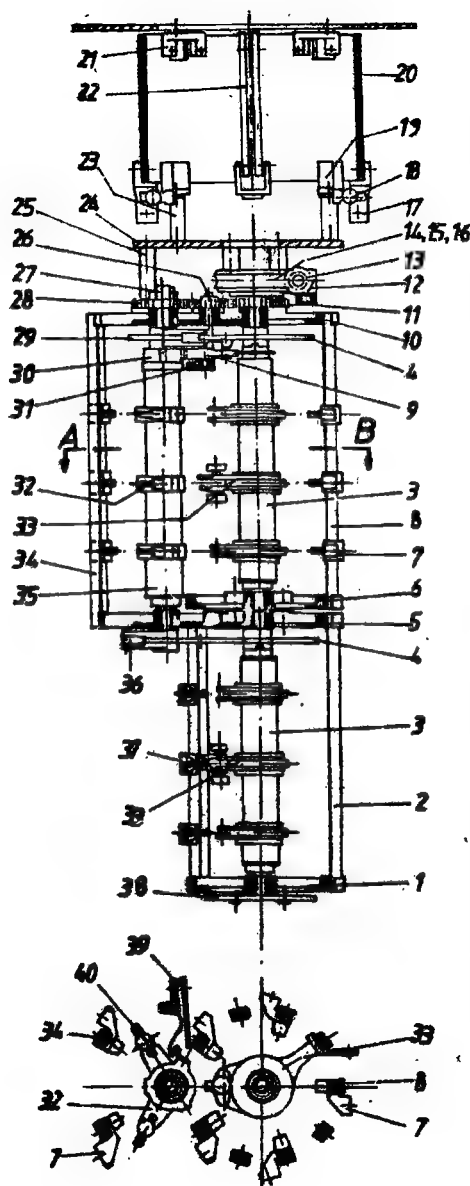


Fig.5. Comutator de reglaj al tensiunii sub sarcină, fabricație R.D.G.:  
 1-flanșă; 2-garnitură I; 3-garnitură II;  
 4-cilindru izolant; 5-clemă; 6-cornier  
 suport; 7-bolț de antrenare; 8-furcă de  
 cuplare; 9-placă de protecție; 10-cuțit  
 de contact; 11-conductor flexibil I;  
 12-cilindru izolant față de masă;

### Fig. 3. (continuare)

13-placă de ghidaj latitudinal; 14-arc-tub-laciant; 15-element de presare I; 16-sar-poa de protecție; 17-isolator de trecere din porțelan; 18-element de trecere; 19-element de presare II; 20-gurub de ae-risire; 21-placă de bază; 22-robinet de golire a uleiului; 23-bucșă; 24-garnitu-ră III; 25-distanțor (Pe); 26-soclu pen-tru comutator sub sarcină; 27-conductor flexibil II; 28-pirghie de comutare; 29-bulon de susținere a contactului prin-cipal; 30-arc de presare pentru contactul principal; 31-butuc de contact pentru con-tactul principal; 32-pirghie de contact pentru contactul principal; 33-suportul contactului principal; 34-suport pentru precontactul de rezistență; 35-indicato-rul nivelului de ulei; 36-rezistență; 37-arc principal de comutare; 38-pirghie cu articulație; 39-butuc pentru contact al rezistenței; 40-suport intermediar precontact la rezistență; 41-bulonul de ghi-daj; 42-carcasă; 43-schela comutatorului de sarcină; 44-pirghie de contact pentru rezistență; 45-arcul de întindere la 44; 46-conductor flexibil; 47-glisor de comu-tare; 48-manivelă cu role; 49-roată din-țată I (între faze); 50-roată dințată II (între faze); 51-puntea lagărului; 52-buc-să de etanșare; 53-conductor I (afară); 54-conductor II (mijloc); 55-isolator de susținere; 56-garnitură IV; 57-eclator superior; 58-olemă de legătură; 59-gar-nitură I; 60-eclator inferior.



1. Suportul logăritului
2. Tijă izolantă
3. Axul selectorului
4. Soibă Maltesă
5. Suportul logăritului II
6. Suportul logăritului III
7. Culiți contactor cu comandă
8. Tijă izolantă
9. Pirghie Maltesă
10. Suportul logăritului
11. Roată dințată I
12. Logărit purubului male
13. Roată melcoidă
14. Roată dințată
15. Soibă de cuplaj la poz. II
16. Placă de siguranță la poz. II
17. Particolar
18. Contact
19. Carier de fixare (inferior)
20. Cilindru izolant de susținere
21. Carier de fixare (superior)
22. Long-reach-prioră
23. Bază de susținere I
24. Placă intermediară
25. Bază de susținere II
26. Roată dințată II
27. Placă de antrenare
28. Roată dințată III
29. Manivelă Maltesă
30. Segment dințat
31. Punctul logăritului
32. Suportul contact...
33. Contact mobil
34. Tijă izolantă III
35. Axul inversorului
36. Manivelă Maltesă (inferioară)
37. Culiți de contact la nal.
38. Placă de susținere
39. Conductor de logărit
40. Contactul inversorului

Fig. 6. Comutator de reglaj al tensiunii sub sarcină, fabricație R.D.G. (subansamblul selector-inversor).

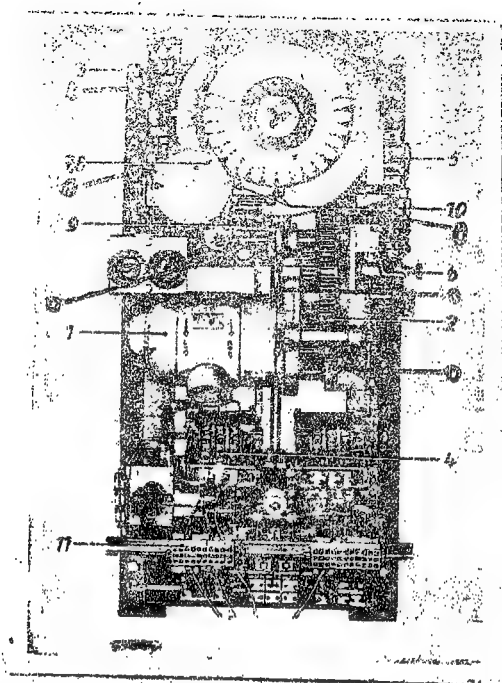


Fig. 7. Cutia dispozitivului de acționare;  
 1-motor; 2-angrenaje; 3-ax de an-  
 trenare; 4-automat de protecție;  
 5-clame; 6-pirghie de blocare (că-  
 vor); 7, 8-discuri de scală; 9-sen-  
 tatr; 10-indicator; 11-gir de  
 clame; 9-puncte de gresare.



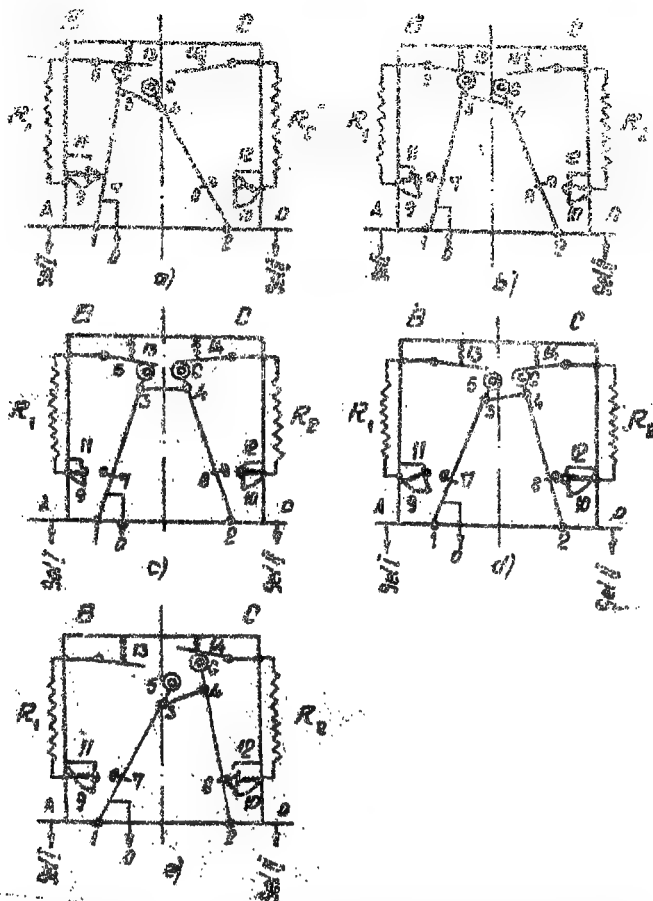
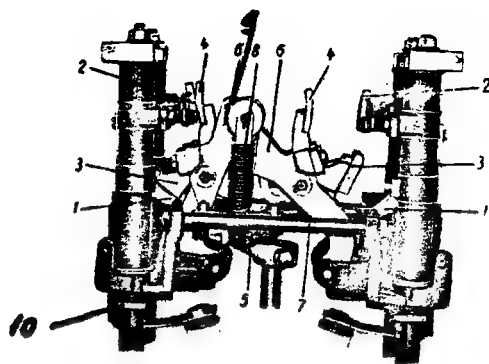
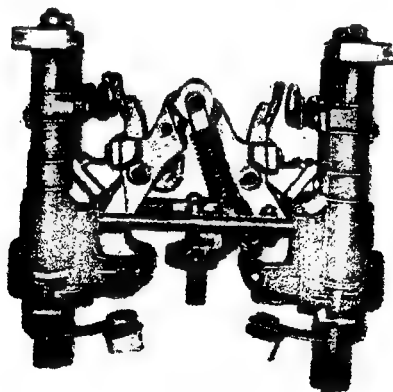


Fig. 8. Comutator de reglaj al tensiunii sub sarcină (ciclul de funcționare și comutatorului la comutarea de reglaj în sarcină tip Janson; fabricație B.D.G.):  
 $R_1$ ,  $R_2$ —rezistențe de comutare; 1, 2—articulații fixe; 3, 4—articulații mobile; 5, 6—pre-contacte mobile; 7, 8—contacte mobile principale; 9, 10—contacte fixe principale; 11, 12—re-sorturi; 13, 14—precontacte fixe.



**Fig.9 a. Onutator tip VEH:**  
 1-contact principal fix; 2-precontact fix;  
 3-contact principal mobil; 4-precontact mo-  
 bil; 5-serie de comutare; 6-articulație mo-  
 bilă; 7-șină de glisare; 8-arc principal;  
 9-pirghia articulației; 10-șabla.



**Fig.9 b**

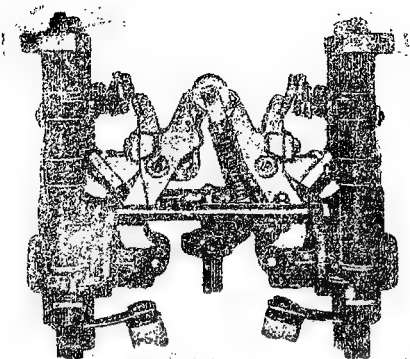


Fig. 9 a.

Fig. 9 a

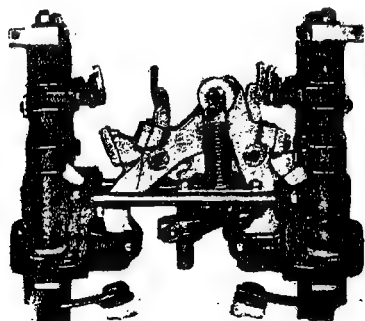
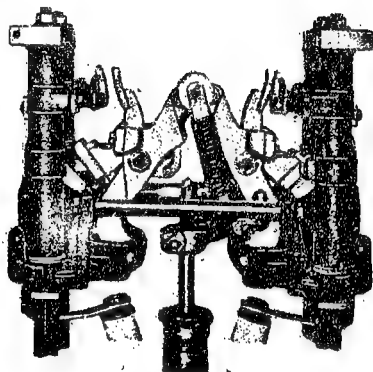


Fig. 9 a.

tele 7 și 5, iar prin corespunzătoare selectorului I se conectează prin pârghia 1-3, la punctul neutru (0).

După comutarea comutării, ruptorul începe ciclul. În poziția arătată în schema "b", contactul mobil (7) părăsește contactul I, rezistența  $R_1$ .

În schema "c", contactul mobil (6) asigură legătura cu lamela (14), introducându-l în serie cu prizele selectorului (II), rezistența  $R_2$ . În această poziție, cele două rezistențe de comutație  $R_1$  și  $R_2$  sunt conectate în serie cu treapta de reglaj, prin sectoarele I și II.

Miscarea ruptorului continuă în poziția arătată în schema "d", contactul mobil (8) asigură trecerea rezistenței  $R_2$ , iar contactul (5) părăsește lamela (13).

Poziția finală este arătată în schema "e", în care resorturile contactelor (14 și 12) sunt comprimate la maximum. În această poziție, prin pârghia 2-4, se conectează prizele selectorului (II) la punctul neutru.

Constructiv, elementele componente ale ruptorului se pot urmări în figura 9 a, b, c, d, e.

Subansamblul selectorului este suspendat prin colțarele de fixare (21) (figura 6) de capac. La capătul inferior al cilindrului izolan de susținere (20) se află contactele (18), în care pătrund cuțitele de contact (10) ale subansamblului ruptorului. La contactele (18) sunt conectate contactele de tip cuțit, mobile (rotative) ale selectorului.

Mecanismul de acționare este fixat de bolțurile de susținere (25). Motorul antrenează printr-un șurub melc (13) o roată melcată (14), solidară cu șaiba de cuplaj (15).

Cu acest angrenaj melcat se cuplează furca de cuplare a ruptorului. Contactele selectorului sunt așezate în șase etaje, pe o colivie constituită din țigle izolante (2). În cele trei etaje superioare, sunt comutate prizele pare ale celor trei faze, iar în cele trei etaje inferioare, prizele impare. În interiorul coliviei din bare de pertinax sunt montate cele două axe de comutare ale selectorului (3); ele sunt acționate separat și sunt echipate cu câte trei cuțite de contact. Cele două axe de comutare suprapuse sunt acționate de un sistem de roți, angrenaje și cruci de Malta astfel: axul superior prin roțile dințate (11, 26, 28) și angrenajul cruce de Malta (29, 4), iar axul inferior printr-un ax izolan, situat în interiorul axului inversorului, prin angrenajul cruce de Malta (36, 3). Angrenajele cruce de Malta sunt reglate astfel, încât cele trei cuțite de contact mobil ale selectorului superior și cele trei ale selectorului inferior să acționeze alternativ.

Axul (35) al inversorului este acționat de la axul

superior al selectorului prin angrenajul cruce de Malta (9, 30).

Acționarea întregului comutator se execută cu ajutorul dispozitivului de acționare cu servomotor din cutia de acționare prezentată în figura 7. Motorul (1) acționează asupra unui reductor de turație cu roți dințate și asupra roții de pe axa de acționare verticală (3). Pentru cuplarea servoservomotoarelor de protecție (4), care se conectează prin comanda de la buton și se autodeconectează, după ce a fost atinsă treapta următoare.

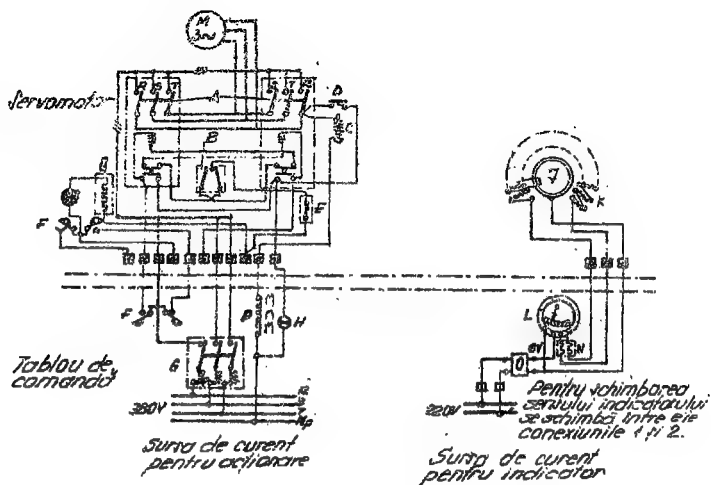
Pentru indicarea poziției treptei, sînt prevăzute discurile (7, 8). Discul (8) se rotește în fiecare treaptă cu o diviziune și indică astfel plotul (treapta) pe care se află dispozitivul de reglaj. Discul (7) face o jumătate de rotație pentru o treaptă și arată dacă servomecanismul a ajuns pe poziția corectă și dacă manevra s-a oprit pres devreme între pozițiile a două trepte. Această indicație este importantă, în special, la acționarea manuală. Pentru ca poziția treptelor să se poată observa și în camera de comandă, cutia de acționare posedă și un dispozitiv de indicare la distanță, situat în spatele discului (8), care constă dintr-o rezistență potențiometrică, prevăzută cu contacte. Ca instrument indicator servește un aparat cu bobine încruciate, conectate cu un logometru, prin trei conductoare de legătură și prin clemă (5), la sfîrșitul, începutul și la prize (cursorul) rezistenței potențiometrice.

Acționarea comutatorului se face printr-un servomotor amplasat în cutia dispozitivului de acționare. Schema electrică de acționare, cu butoanele de comandă și protecții, este redată în figura 10.

Pentru manevrarea manuală se poate introduce o manivelă pe axul care se vede în partea dreaptă. Totodată, pîrghia de blocare (6) trebuie împinsă înapoi; prin această manevră se blochează acționarea electrică și se deblochează frîna.

În cazul acționării manuale, pentru a efectua o comutare, vom roti manivela de 8, 12 ori (după tipul cutiei de acționare), pînă ce nădărușul de ploturi de pe disc vine în dreptul indicatorului.

Manevrarea normală trebuie să se facă cu atenție, astfel ca la sfîrșitul fiecărei comutări, într-un sens sau altul, manivela să se găsească în poziție inferioară. Comutarea se consideră corect făcută, dacă în afară de indicația pe disc, se aude și zgomotul de comutare al ruptorului.



**Fig.10. Comutator de reglaj sub sarcină, fabricație R.D.G. (schema electrică de acționare):**  
**A**-protecția comenzii; **B**-întreruptor fin de cursă; **C**-magnet pentru frână; **D**-întreruptor cu trepte; **I**-întreruptor pentru siguranță (cu acțiune manuală); **F**-buton de comandă; **G**-automat de protecție; **H**-lampă de semnalizare; **J**-cursa contactului; **K**-rezistențe; **L**-instrument indicator; **M**-motor; **N**-rezistențe de egalizare; **O**-redresoare uscate; **P**-relee de supra-curent; **Q**-rezistențe de încălzire.

**2.2. Lucrări de întreținere curentă ce se efectuează de către personalul de exploatare**

a) controlul nivelului de ulei din cutia raptorului care are prevăzută o sticlă de nivel;

b) se va înregistra numărul de comutări efectuate;

c) controlul etanșeității cutiei dispozitivului de acționare și a ventilației împotriva condensului;

d) controlul funcționării corecte a rezistențelor de încălzire și a termostatlui mai ales iarna la temperatură scăzută;

e) controlul stării de curățenie (lipsa de praf) din interiorul cutiei cu dispozitivul de acționare, precum și starea de oxidare a contactelor releelor contactoarelor și, în caz de necesitate, se vor curăța și unge cu vaselină neutră;

f) cu transformatorul scos de sub tensiune și deconectat de la bare la 6 luni, se va manevra de șase ori în ambele sensuri comutatorul, pe toate treptele de reglaj, ceea ce realizează autocurățirea contactelor și inversorului sau preslectorului, mai ales în cazul în care pe anumite poziții (trepte de reglaj) comutatorul funcționează foarte rar sau deloc;

g) cu transformatorul scos de sub tensiune și deconectat de la bare la fiecare 6 luni, se vor gresa cu unsoare punctele indicate cu 0 și în 3 puncte ale lagărului superior al angrenajelor, precum și angrenajele, așa cum se indică în figura 7. Se va avea grijă ca sabotii de frînă să nu fie unși cu unsoare;

h) controlul vizual privind eventualele neetanșeități și scurgeri de ulei pe la garniturile izolatorului de trecere și a cutiei raptorului.

**ATENȚIE:** Acționarea manuală a contactoarelor motorului, atunci când manivela de acționare este introdusă, este interzisă și, în special, când ne aflăm pe pozițiile (treptele) de capăt.

## 2.3. Lucrări și verificări asupra ruptorului

### 2.3.1. Lucrări de revizie și verificări asupra ruptorului și rezistențelor de comutație

**ATENȚIE!** Lucrările se execută cu transformatorul scos de sub tensiune, deconectat de la bare, pe timp frumos, senin, fără vânt, cu umiditate relativă de circa 60%.

- a) Curățirea interioară a ruptorului.
- b) Verificarea stării și a gradului de uzură al contactelor principale și al precontactelor ruptorului.
- c) Modul corect de funcționare din punct de vedere cinematic a părții mecanice. Starea de uzură și aboareală a pieselor mecanice, jocuri create, slăbiri de stringeri (piulițe) ș.a.
- d) Verificarea succesiunii corecte a fazelor de comutare a contactelor ruptorului.
- e) Umplerea cu ulei.
- f) Verificarea și remedierea etanșeității cutiei ruptorului.
- g) Verificări după revizia ruptorului.

Se desface capacul cutiei ruptorului, se racordează un furtun flexibil la robinetul de golire și se scurge uleiul uzat din cutia ruptorului într-un butel pentru ulei.

a) Curățirea interioară a ruptorului  
Cu ajutorul unui jet curat (dacă sunt posibilități cu ulei cald), a unei pensule și a unor cârpe de gleră care nu lasă scame, se spală și se curăță atent toate piesele componente (articulații, contacte, piese izlante, pârghii, tije, rezistențele de comutație, fundul cutiei ruptorului ș.a.).

x) Periodicitatea va putea fi extinsă la 3 ani, în funcție de starea ruptorului, stare apreciată printr-un control vizual fără decuvere, numai cu ridicarea capacului.



b) Verificarea stării și gradului de uzură  
al contactelor principale și al prezente-  
tactelor ruptorului

- Nu se admit arce de arc electric pe contactele principale; în caz contrar este necesar a se determina cauza urmelor de arc pe aceste contacte și a o înlătura.  
- Uzura prin arc electric a prezentecontactelor până la o adâncime de 6 mm.

În cazul unei uzuri mai mari se vor înlocui contactele (vezi cap. reparații - 2.3.2.).

La o uzură în limitele admise (6 mm max.) a prezentecontactelor, nu se va interveni. Polizarea, pilirea punctelor, suprafețelor perlate de arc pot conduce la neplanități, neperalelisme mai mari și deci la un contact și un timp necorespunzător și o uzură accelerată a suprafețelor. De aceea, în cazul unei uzuri admicibile (până la 6 mm din grosime), nu se vor ajusta suprafețele de contact.

c) Modul corect de funcționare din punct de vedere  
cinematice a părții mecanice. Starea de uzură și  
chocarea a pieselor mecanice. Jocuri create,  
slăbiri de stringeri (piulițe) ș.a.

Se verifică atent, atât în stare de repaus cât și prin acționare manuală, starea de uzură și integritatea tuturor pieselor (tije, pînghii, roți dîntate, articulații, arcuri și contacte), conexiunilor (dacă nu există filare), deformărilor, topirii, arsurii, slăbiri a unor stringeri, a unor contacte).

Se va examina cu atenție, în special, starea:

- Arcului principal de comutare (37) din figura 5 (dacă este bine fixat, nu are vizuiri, nu este îmbătrînit).
- Glisorului (sania) de comutare (47).
- Manivelor cu role (48) din figura 5.
- Conductoarelor flexibile (11, 27, 46) din figura 5 și celelalte conductoare flexibile de la contactele ruptorului (să nu aibă începuturi de fisuri, rupturi).
- Starea stringerilor la piulițe, îmbinări la contacte, articulații, la legăturile flexibile, la rezistențele de comutație, se vor elimina jocurile create.

Pentru controlul funcționării corecte a mecanismului ruptorului se procedează, după cum urmează:

Se acționează cu manivela dispozitivul de acționare, astfel încît indicatorul discului indicator al treptelor (poz. 8 din figura 7) să stea între două trepte la mijloc.

În această poziție glisorul (sania) (poz. 47 din figura 5) se află la jumătatea cursei sale

și a creat o anumită pretensionare a arcului principal de comutare (poz.8 din figura 9 sau poz.37 din figura 5).

În această poziție este posibil printr-o ușoară împingere cu mâna asupra pîrghiei articulației mobile (poz.9 din figura 9 sau poz.38 din figura 5) să se deplaseze pîrghia de comutare (poz.6 din figura 9 sau poz.28 din figura 5) din poziția ei finală. Ca urmare pîrghia articulației mobile (poz.9 din figura 9) la o poziție orizontală, iar arcul principal de comutare (poz.3 din figura 9) se relaxează (pierde din pretensiunea sa) și capătă o poziție verticală. În continuare la o ușoară rotire cu manivela a dispozitivului de acționare spre una din trepte, forța, acum micșorată a arcului, trebuie să scoată glisorul (sania) din poziția moartă și să-l deplaseze spre una sau alta dintre pozițiile finale ale treptei spre care s-a acționat cu manivela. Dacă arcul principal nu execută această operație, atunci fie că arcul este obosit, fie că este prea tensionat.

Dacă este obosit se va înlocui, iar dacă este prea tensionat se reduce pretensionarea, de exemplu prin demonstrarea unor șabla de adaos (poz.10 din figura 9), pînă ce se realizează o acționare (o deplasare) ușoară (fără efort mare) a glisorului (saniei) din poziția moartă (de la mijlocul cursei).

Se vor verifica, de asemenea, dacă arcurile principale de comutare și arcurile de tensiune ale pîrghiilor de comutare (poz.6 din figura 9) sînt în ordine, sînt bine fixate și funcționează normal.

#### d) Verificarea succesiunii corecte a fazelor de comutare a contactelor ruptorului (figura 9)

Funcționarea corectă a ruptorului presupune în primul rînd un mers - o deplasare ușoară (fără efort) a glisorului (saniei), așa cum s-a arătat la punctul c și totodată o desfășurare corectă a fazelor de comutare.

O comutare completă poate fi descompusă în următoarele cinci faze (figura 9):

##### Faza 1

Reprezintă o poziție de lucru pe o treaptă de reglaj (figura 9), contactul principal de lucru din stînga (poz. 1 - 3), precum și precontactul din stînga (poz.2-4, figura 9) sînt închise, gîtînd rezistența de comutație din stînga a cărei capete sînt legate la aceste contacte (poz.1 și poz.2, figura 9).

Tot curentul de sarcină trece prin acest contact principal 1, la care este legat în paralel, prin rezis-

tența de comutație, precontactul 2. Contactul principal și precontactul din partea dreaptă sînt ambele deschise.

Din momentul începerii acționării pentru trecere pe treapta următoare, începe să se retragă selectorul ce nu este parcurs de curent (selectorul ce este legat la contactul principal din dreapta-cel deschis al ruptorului).

În timp ce selectorul ajunge pe noua priză de reglaj, glisorul (sania) de comutare (poz.5 din figura 9a) se deplasează spre dreapta și arcul principal (poz.8) se întinde. Pîrghia articulației mobile (poz.9 din figura 9a) ajunge în punctul mort. În această situație, poziția contactelor principale de lucru și a precontactelor nu se modifică încă.

În continuare, acționînd dispozitivul de acționare, arcul principal de comutare este tensionat mai puternic, deplasează glisorul de comutare (sania) care printr-un broșaj (ieșitură) împinge pîrghia de comutare din dreapta (poz.6 din figura 9a) din punctul mort, astfel că arcul principal (tensionat) se descarcă brusc, deplasînd instantaneu glisajul în cealaltă poziție extremă de lucru. În acest fel calea curentului de sarcină este comutată prin priza pregătită anterior de selectorul respectiv. Întreaga operație de comutare de mai sus poate fi descompusă în următoarele faze intermediare:

#### Faza 2 (figura 9b)

Contactul principal din stînga (poz.4) se deschide și tot curentul de sarcină trece prin rezistența de comutație din stînga și prin precontactul din stînga (poz.2-4) care rămîne încă închisă în această fază.

#### Faza 3 (figura 9a)

Faza 3 reprezintă poziția punții între cele două prize (trepte).

În această fază sînt incluse ambele precontacte (cel din stînga care mai rămîne închis și cel din dreapta care abia s-a închis).

Ambele contacte principale sînt deschise.

Curentul de sarcină se împarte prin cele două rezistențe de comutații.

Spirele de reglaj dintre cele două prize (trepte) alăturate sînt scurtcircuitate prin intermediul celor două rezistențe (ce apar înseriate în acest circuit de buclă), astfel încît curentul de scurtcircuit  $I_{sc}$  este limitat la valoarea admisibilă.

#### Faza 4 (figura 9a)

În această fază, precontactul din stînga s-a deschis,

precontactul din dreapta rămâne închis, iar contactele principale de lucru rămân deschise, astfel încât tot curentul de sarcină trece prin precontactul din dreapta și prin rezistența de comutație din dreapta.

#### Faza 5 (figura 9 e)

Reprezintă poziția de lucru pe treapta următoare spre care s-a efectuat comutarea.

În această fază se închide contactul principal de lucru din dreapta, precontactul din dreapta rămâne închis, iar contactul principal și precontactul din stînga rămân deschise.

Întregul curent de sarcină trece prin contactul principal de lucru din dreapta la care este legat în paralel prin rezistența de comutație precontactul din dreapta.

Durata întregului ciclu de comutare al contactelor ruptorului de la poziția de lucru la cealaltă este de circa  $1/25$  s.

Verificarea desfășurării corecte a ciclului de funcționare a ruptorului se poate executa prin metodologia din anexa 2.

În cadrul operației de verificare a succesiunii corecte a fazelor de comutare a ruptorului și a timpului de comutare, este necesar a se urmări, de asemenea, funcționarea corectă a arcurilor spirale, proprii contactelor principale și a precontactelor, dacă deplasarea lor este liberă, nu se produc reculuri la izolarea contactelor, dacă presiunea pe contacte este corespunzătoare și asigură o rezistență de contact în limitele prescrise (100-200 μN).

Funcționarea corectă a contactelor principale poate fi constatată prin faptul că la deschidere, contactul iese din locașul lui, fiind împins de arcul spirat cu 6-8 mm la comutatorul cu  $I_N = 400$  A și cu 10-12 mm la comutatorul  $I_N = 600-1000$  A.

Deci comprimarea acestor arcuri spirale va fi de 6-8 mm, respectiv de 10-12 mm.

În cazul în care aceste valori nu corespund, se va prevedea la reglaje, prin strîngerea sau desfacerea șuruburilor de reglaj.

În ceea ce privește precontactele fixe (poz. 2 din figura 9), acestea sînt reglate la valori prescrise din fabrică și nu mai necesită un reglaj ulterior în exploatare.

Dacă înșă cursa de 50±2 mm a precontactelor mobile crește ca urmare a uzurii suprafețelor de contact, atunci pentru remedierea și reîncadrarea în această valoare (60±2 mm) se vor interpune gaube de adăos între precon-

tactul fix și suportul său (poz.4e din figura 5).

În final se va urmări, verifica și regla ruptorul pentru simultaneitatea închiderii celor trei faze, prin acționarea manuală cu manivela, a dispozitivului de acționare. Se va observa ca cele două suprafețe de contact să fie centrate și să se realizeze un contact corespunzător (pe o linie cât mai lungă).

e) Umplerea cu ulei

Introducerea uleiului nou de calitate verificată se face prin racordarea unui furtun flexibil la cutia ruptorului și cu ajutorul unei pompe de ulei. Umplerea se face pînă la nivelul indicat pe sticla de nivel.

f) Verificarea și remedierea etanșeității cutiei ruptorului

În mod normal, nivelul de ulei din conservatorul transformatorului este superior nivelului de ulei din cutia ruptorului.

Dacă între cutia ruptorului și interiorul trecerii izolante (în care se află uleiul din transformator) nu există etanșeitate, atunci în cutia ruptorului va pătrunde uleiul din transformator și va deversa.

Totodată aceste neetanșeități permit difuzarea uleiului poluat (cu funingine, particule de cărbune) din cutia ruptorului în uleiul din transformator pe care-l degradează în acest fel.

Pentru remedieri sînt necesare următoarele măsuri, cu ocazia reviziei:

Se va golii uleiul din camera ruptorului și se va observa dacă după golire pătrunde ulei pe la bușele de etanșare ale axului de acționare (poz.52 din figura 5), în care se va încerca o etanșare prin strîngerea piuliței de deasupra presetupei. Dacă nu se reușește, este necesară schimbarea garniturii presetupei și în acest scop se izolează uleiul din conservator prin închiderea robinetului de pe țeava de legătură cu transformatorul, se golește uleiul din camera ruptorului și apoi se demontează garnitura uzată.

La strîngerea piuliței de deasupra presetupei (poz.52 din figura 5) se va avea grijă pentru asigurarea ei contra slăbirii posibile în cadrul șocurilor de lucru ale ruptorului.

Aceleași lucrări trebuie executate și în cazul lagărului de ghidare a axului de acționare.

Se va verifica, de asemenea, etanșarea garniturii (poz.59 din figura 5) plăcii de bază a camerei ruptorului (poz.21 din figura 5).

Se va verifica, de asemenea, etanșarea cutiei ruptorului față de placa de bază - nu trebuie să se observe

scurgeri de ulei exterioare cutiei ruptorului.

### g) Verificări după revizia ruptorului

După revizia ruptorului, la comutatoarele de reglaj sub sarcină, tip Jansen - R.D.G., se execută următoarele verificări:

- măsurarea rezistenței ohmice a rezistențelor de comutație;
- măsurarea rezistenței ohmice a contactelor ruptorului;
- verificarea timpilor și succesiunii corecte a fazelor de comutație a ruptorului (2.3.1.c).

**ATENȚIE!** Verificarea prin oscilografieri a funcționării corecte a contactelor ruptorului (succesiune, timp, ș.a.) - anexa 2 - se va face numai în cazul în care se observă o uzură pronunțată a ruptorului (circa 3000 comutări sau cel puțin la 5 ani) sau în cazul în care s-a intervenit prin remedieri și reglaje, deci atunci când există condiții care au modificat cinematica contactelor ruptorului.

### Măsurarea rezistenței ohmice a rezistentelor de comutație

Aceasta se execută cu puntea Wheatstone, după montajul din figura 11. În figura 11 se indică montajul pentru măsurarea pe o fază a rezistenței ohmice și a rezistenței de comutație pe poziția "b".

Montajul pentru măsurarea pe o fază a rezistenței ohmice a rezistenței de comutație pe poziția "a" este același, numai că comutatorul ruptor "c" se trece pe poziția "b" șuntind rezistorul "Rx", iar conductoarele punții se conectează la rezistorul "Rg". Operația se repetă la fel și pentru celelalte două faze.

Aparatul necesar pentru executarea măsurării este format din puntea Wheatstone cu domeniul de măsurare de la 0,05 ohmi la 50 000 ohmi, având ca anexe bateria de 4,5 V, introdusă în punte și cablul de legătură pentru executarea conexiunii (10 m).

Măsurarea se execută astfel: se realizează montajul din figura 11.

În punte se află introdusă o baterie de 4,5 V, se fixează puntea pe domeniul între ale cărei limite de măsurare se află valoarea rezistenței de măsurat. Se cuplează

ză puntea de la butonul de cuplare și se variază ușor rezistența din cadrul punții, până când acul galvanometrului este adus la zero, astfel ca la cuplări și decuplări repetate ale punții acul să nu mai devieze. În felul acesta puntea este perfect echilibrată.

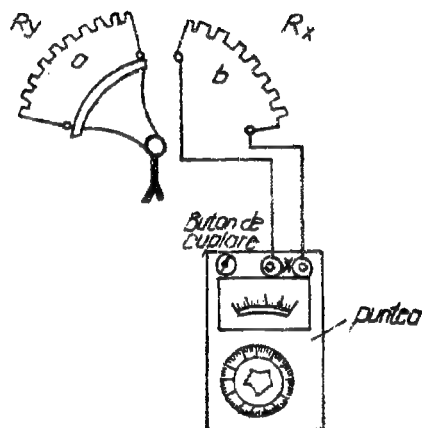


Fig.11. Schema pentru măsurarea rezistențelor ohmice a rezistențelor de comutație cu puntea Wheatstone.

Valoarea totală a circuitului se citește pe cadranul punții. Pentru aflarea valorii reale a rezistenței de comutație, din valoarea citită pe cadran se scade valoarea conductoarelor de legătură.

Valorile rezistenței ohmice ale rezistențelor de comutație obținute prin mișcare se compară din buletinul fabricii sau în lipsă cu cele reieșite prin calcul, după formula:

$$R_1 = R_2 = R_x = \frac{e}{\sqrt{3}(0,9 \div 1,0) I_N}$$

în care:

- $R_1 = R_2 = R_x$  este rezistența rezistorului de comutație pe o fază și una din pozițiile ruptorului (care la acest comutator R.D.G. are valori de circa 3-4 ohm);
- $e$  - forța electromotoare a bobinei de reglaj (tensiunea treptei) pusă în scurtcircuit;

$$(0,9 \pm 1,0) I_N = I_c$$

curentul de comutare se limitează, de obicei, la 90% pînă la 100% din valoarea curentului nominal.

Între valoarea măsurată a rezistenței de comutare și cea calculată nu trebuie să fie o diferență mai mare de  $\pm 10\%$ .

### Măsurarea rezistenței ohmice a contactelor ruptorului

Măsurarea rezistenței de contact la ruptor trebuie efectuată cu o punte Thomson (valori foarte mici ale acestei rezistențe de ordinul 200-300 microohmi) sau prin metode voltmetru-ampmetru (conform tehnologiei de verificare profilactică a trafo de putere din stații).

În figura 12 ca exemplu, s-a arătat montajul pentru măsurarea acestei rezistențe cu ajutorul unei punți Thomson, de fabricație EKM.

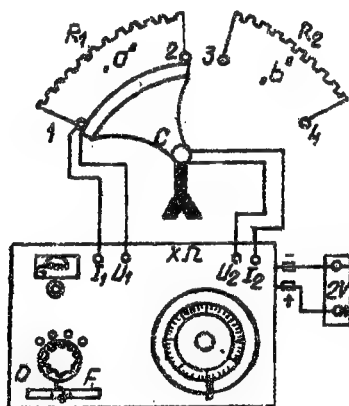


Fig.12. Schema de montaj pentru măsurarea rezistenței de contact la ruptor cu puntea Thomson, de fabricație EKM.

În figură se indică montajul pentru măsurarea pe o fază  $R_1$  a rezistenței de contact "1" pe poziția "a".



Montajul pentru măsurarea rezistenței de contact pe poziția "b" este la fel, numai că contactorul ruptor "c" trece pe poziția "b" la rezistorul "R<sub>2</sub>", iar cablurile punții care au fost legate la borna "1" sau "2", în primul caz, se conectează la borna "3", respectiv "4", de la rezistorul R<sub>2</sub>. Legătura punții la sectorul cu contactele mobile ale ruptorului (c), care reprezintă și steaua (nulul), rămâne neschimbată. Operația se repetă la fel și pentru celelalte două faze.

Aparatajul necesar pentru executarea măsurării este următorul:

1. Puntea Thomson de fabricație EKM, cu domeniul de măsurare de la 2 ohmi pînă la 0,0002 ohmi.
2. O pilă electrică (acumulator) de 2 V.

Se folosește și cablu de legătură pentru conexiuni (10 m).

Măsurarea se execută astfel: se leagă papucul comun al celor două cabluri la borna rezistorului "R" la contactul "1", iar celălalt papuc comun se leagă la ruptorul cu contactul mobil "c", celelalte capete se leagă la punte, conform schemei din figura 10. Se fixează puntea pe domeniul cel mai mic de măsurare, se introduce cablurile cu borna ale sursei de curent de 2 V la punte, se cuplează puntea prin întreruptorul "k" pe sensibilitatea grosieră (poz. D) și cu ajutorul cursorului punții se aduce acul galvanometrului în poziția "0", apoi se trece întreruptorul "k" pe poziția "F" (sensibilitate, fină) și din nou cu ajutorul cursorului se aduce acul generatorului în poziția "0".

Puntea este perfect echilibrată, atunci cînd la treceri repetate ale întreruptorului "K" pe toate pozițiile acul galvanometrului nu mai deviază din poziția "0".

Din valoarea rezistenței de contact nu se mai scade valoarea rezistenței cablurilor.

Rezistența de contact este cu atât mai bună cît este mai mică, mai aproape de domeniul inferior de măsurare al punții. Ea nu se normează, dar se compară cu datele din fabrică sau cu cele obținute anterior. Se recomandă să nu fie mai mare de 200-300 microohmi.

### 2.3.2. Lucrări de reparații și verificări la ruptor și la partea de susținere (izolator) și de transmitere a mișcării

Repararea ruptorului la comutatoarele de reglaj sub sarcină se execută odată cu repararea celorlalte elemente componente ale comutatorului.

Lucrările de reparații la comutatoarele de reglaj

sub sarcină se vor executa după 50.000 de comutări și cel puțin o dată la 8 ani.

Se recomandă ca odată cu intrarea în reparație a transformatoarelor să se execute și repararea comutatoarelor.

Lucrările de reparații se execută în ateliere de către o echipă specializată.

**ATENȚIE!** La demontarea și montarea pieselor se vor avea în vedere permanent semnele, poansoanele care indică poziția relativă între piese. Dacă asemenea semne sau poansoane nu există, ele se vor prevedea.

#### a) Repararea și demontarea subansamblului ruptor propriu-zis

Unele lucrări de reparații se pot efectua fără demontarea subansamblului ruptor din cutia sa, iar altele necesită demontarea și executarea lucrărilor în atelier.

##### a<sub>1</sub>) Demontarea subansamblului ruptor:

- se scoate capacul cutiei ruptorului, se golește uleiul din cutia ruptorului prin bușonul de golire la partea inferioară a cutiei;
- se desfac apoi piulițele din exteriorul cutiei, se scoate cutia afară;
- se spală apoi cu pensula și cu ulei cald (40-50°C) întregul ruptor, pentru a se vedea cât mai bine starea pieselor.

**ATENȚIE!** Înainte de a începe demontarea se va aduce comutatorul întreg cu ajutorul dispozitivului de acționare pe poziția mediană - care este indicată de fabricant și, în general, este poziția prizei nominale.

În afară de aceasta la ruptorul de fabricație R.D.G. este necesar ca înainte de demontarea acestuia să se aducă și pupitrul în poziția indicată-faza 3 (poz.3 din figura 2), când ambele precontacte sînt închise, iar cele două contacte principale sînt deschise.

În acest scop, cu ajutorul manivelei (după circa 6 rotații) se aduce glisorul (sania) cam la mijlocul cursei sale.

Se apasă ușor cu mina asupra pîrghiei articulației mobile (poz.9 din figura 9, poz.28 din figura 5), pînă ce

aceasta la o poziție orizontală (moment ce este indicat printr-un zgomot specific).

De abia acum se poate trece la demontarea (în caz că respectivele operații de revizii sau reparații o cer) ruptorului din cutia sa.

În acest sens se desfac și cele 4 piulițe (vezi poz. 41 din figura 5) și se îndepărtează conexiunile 53 și 54 din figura 5. Acum se poate extrage ruptorul fazei la care urmează a se efectua lucrările de revizie sau reparații.

## a<sub>2</sub>) Lucrări de reparații propriu-zise:

- Pentru a se putea demonta rezistoarele, trebuie mai întâi să se desfacă legăturile care sînt prinse cu două piulițe M 10, plus patru șuruburi M 8 de fixare la fiecare rezistor. După desfacerea acestor șuruburi, cele șase rezistoare devin libere, se pot lua și duce la ștandul de probe pentru verificarea valorii rezistenței (vezi pot.2.3.g);

- La demontarea contactelor fixe se procedează astfel:

- se desfac cele șase legături fixe (cite două pe fiecare fază);

- se desfac apoi piulițele de pe legăturile principale de susținere ale contactelor fixe;

- se scot în următoarea ordine: precontactul, inelele distanțoare din pertinax, apoi contactul fix. Se verifică dacă arcul spiral a tensionat suficient, apoi se șterge bine cu o cârpă.

Contactele mobile se vor verifica mai întâi pe loc. Mici ajustări și curățirea lor se pot face pe loc, fără demontarea altora. În caz că prezintă arsuri grave și sînt multe degradate, iar rolele sînt ovalizate, ele trebuie demontate și înlocuite cu altele noi. Demontarea precontactelor cu role se poate face scoțînd știftul de la capătul bolțului pe care rola se mișcă, apoi bolțul și la urmă precontactele cu role se repară sau se înlocuiesc. Contactul propriu-zis se poate demonta desfacînd cele două șuruburi M 8 care fixează suportul contactorului de serie, se va verifica și sania care trebuie să gliseze ușor în ambele sensuri. Se verifică arcul ei spiral, care trebuie să fie bun, iar cele două tije de fugă ale saniei să nu fie ruginite sau deformatate, pentru a ușura mișcarea ei.

Contactul fix, după ce a fost scos, dacă nu se poate repara, se înlocuiește cu altul nou. Se verifică apoi reținele dințate de comutare. De asemenea, se pot face pe loc

mici ajustări. Dacă vreuna dintre roți trebuie înlocuită se vor demonta toate piesele din jurul ei, pentru a avea acces la axul - șurub al roții respective, care se va desface, pentru a schimba roata din față.

În continuare se verifică vizual cele șase izolatoare de trecere și în caz că este vreunul spart se va înlocui.

Pentru aceasta se desface piulița M 10 din capătul superior al izolatorului, se scoate legătura, se desface presetupa care fixează izolatorul, se trage izolatorul afară de pe bară și se înlocuiește cu cel nou.

Se pun apoi legătura și piulițele la un loc și se strâng cu presetupa. După înlocuire, se va verifica cu tensiune mărită la 50 Hz izolatorul înlocuit.

După repararea contactelor, ele se vor monta la loc în ordinea inversă demontării. Se introduc contactele pe bolțurile principale, se introduce apoi piesa distanțoare, apoi precontactul, se pun legăturile fixe și se strâng șuruburile.

După repararea contactelor mobile, acestea se vor monta, așa cum se arată mai sus, apoi se va încerca cu mîna, dacă șania glisează ușor și dacă contactul apasă cu presiune suficientă pe contactul fix.

Rezistențele de comutare, dacă la verificare au fost găsite bine, se pot monta la loc în ordinea inversă demontării lor.

#### b) Reparații și intervenții la izolatorul suport și la elementele aferente lui

Izolatorul de susținere a cutiei cu ruptor se va înlocui în cazul în care este fisurat sau spart.

Pentru demontarea izolatorului de porțelan (poz.17 din figura 5) se procedează astfel:

Se leagă izolatorul de trecere cu o frînghie rezistentă la 1000-1500 kg, care se agată în cârligul macarelei.

Se desfac cele 24 de șuruburi M 12 de la flanșa inferioară a izolatorului care fixează izolatorul de capacul cuvei transformatorului.

**ATENȚIE!** Atît pe flanșa izolatorului cît și pe capac sînt ~~poansonate~~ cu același număr și un semn care la remontare trebuie să corespundă ca număr și poziție semnului.

Dacă nu au existat aceste poansonări, ele vor fi făcute înainte de demontarea izolatorului.

După ce s-au scos șuruburile de fixare a flanșei

izolatorului pe capacul transformatorului, se ridică în ciriligul macaralei întregul ruptor cu izolatorul său suport, cu axul izolan de antrenare și cu cele șase conexiuni (cîte două pe fiecare fază a ruptorului), izolate în interiorul izolatorului.

Se demontează, în continuare, într-un atelier izolatorul fisurat.

În acest scop, se demontează cutia cu ruptorul prin desfacerea șuruburilor și pieselor (poz.19, figura 5) de presare la izolator a plăcii de bază (poz.21, figura 5).

Totodată se demontează flansa (poz.1, figura 5) și cilindrul de pertinax inferior (poz.4, figura 5). Se înlocuiește izolatorul fisurat cu cel nou.

În continuare se confecționează mai întâi garnitura din cauciuc - perbunan (poz.56, figura 5) pentru partea superioară a izolatorului. Se introduce garnitura și apoi se montează la loc cutia cu ruptorul, axul de antrenare și legăturile interioare, piesele de la partea inferioară. Izolatorul nou se strînge cu șuruburile flânșei superioare de presare (poz.19, figura 5), avînd grijă ca între izolator și flansă să se găsească cauciuc. Se confecționează apoi o altă garnitură tot din cauciuc perbunan (poz.2, figura 5) pentru partea de jos a transformatorului, se introduce apoi garnitura de cauciuc și se prinde în flansa mare de jos a izolatorului (poz.1, figura 5), strîngîndu-se șuruburile elementelor respective.

Se verifică starea tuburilor izolante a barelor conductoare (poz.13, figura 5) și în caz că este necesar se înlocuiesc.

Apoi se fixează aceste bare conductoare izolate cu ajutorul unor piese distanțare (poz.5, figura 5) și brățări față de axul de antrenare (poz.14, figura 5).

Pentru repararea sau înlocuirea cilindrului de pertinax (poz.4, figura 5). Se demontează din armătura metalică a izolatorului în care este fixat. Se desfac cele patru șuruburi. Pe partea de jos a cilindrului sînt montate cele șase contacte echidistanțate care se leagă la barele de legătură ale ruptorului. Înainte de montare, cilindrul este uscat în autoclavă.

Pentru montarea cutiei ruptorului trebuie să fie terminată asamblarea pieselor ce alcătuiesc ruptorul. Se pune apoi pe rama ruptorului garnitura principală din cauciuc perbunan, după care cu macaraua se așază cutia pe garnitură.

Se montează piulițele și șabbele la toate prezoanele și se începe strîngerea uniformă în diagonal, pînă se obține o etanșeitate bună.

După ce s-a montat cutia, s-au strîns toate piulițele, s-a verificat și s-a șters sticla de nivel a uleiului.

lui, se poate introduce ulei în ruptor pînă la nivelul indicat pe eticheta de nivel. Umplerea cutiei cu ulei se face cu pompa sau manual cu o găleată. După umplerea cu ulei, se va pune capacul cutiei care se prinde în cele patru suruburi de cutia ruptorului. Apoi urmează montarea ruptorului, montat pe izolatorul suport pe transformator.

Se leagă izolatorul și cutia ruptorului cu o frînghie și se prinde în cîrligul macaralei, se ridică de pe cărucior, se aduce deasupra transformatorului, se demontează flanșa oarbă (care a fost montată în locașul ruptorului), se pune garnitura de etanșare și se coboară încet întregul ansamblu.

Se va avea grijă ca poziția de montare a ruptorului să fie corectă, apoi se pun piulițele la prezoane și se începe strîngerea pînă se obține o etanșare perfectă.

Se dezleagă frînghia și se șterg cutia și izolatorul cu cîrpă curată și uscată.

**OBSERVAȚIE.** La montarea ruptorului pe capacul transformatorului se va ține obligatoriu seama de semnele existente atît pe flanșa izolatorului cît și pe gaura din capac, în scopul montării în poziție corectă a ruptorului.

c) După terminarea lucrărilor respective se vor efectua lucrări de control și verificare, și anume:

- Modul corect de funcționare din punct de vedere cinematic a părții mecanice (2.3.1.c.).

- Verificarea succesiunii corecte a fazelor de comutare a contactelor ruptorului (2.3.1.d), inclusiv oscilografierea timpului de lucru a contactelor ruptorului, conform anexei 2.

- Verificarea rezistenței de contact la contactele ruptorului și a rezistenței ohmice a rezistoarelor (2.3.1.g.).

- Verificarea și etanșarea cutiei ruptorului (2.3.1.e).

- Verificarea cu tensiune mărită a izolatoarelor de trecere (poz.55, figura 5).

- Verificarea cu tensiune alternativă mărită, 50 Hz, a izolatorului de trecere, se execută folosindu-se o instalație de încercare care trebuie să cuprindă următoarele elemente (vezi figura 13):

- un transformator de încercat;
- un dispozitiv pentru variația tensiunii aplicate transformatorului de încercat;
- o instalație pentru măsurarea tensiunii de încercare.

Se ia conductorul de legare la pământ de la transformatorul de încercare și se leagă la cuva ruptorului, iar celălalt conductor se leagă pe unul din conductoarele care face legătura între contactele selector - inversor și contactele ruptorului, ca în figura 13.

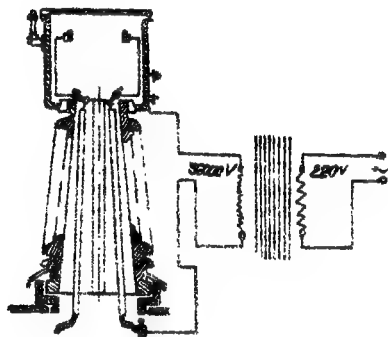


Fig.13. Schema legării trafo de încercări la ruptor, pentru verificarea cu tensiune alternativă mărită a izolatorului suport.

Operația se repetă la toate cele șase conductoare care sînt introduse prin izolatoarele de trecere, fiecare separat.

Se consideră că izolația a fost bună, dacă aplicînd timp de un minut tensiunea de încercare, nu au loc străpingeri sau conturnări înăuntrul cuvei sau la izolatoarele de trecere.

Valoarea tensiunii de încercare se va stabili conform normativului PE 116, pct.15.3.

Verificarea rezistenței de izolație a contactelor comutatorului de reglaj sub sarcină se execută cu indicatorul de 2500 V.

Se măsoară fiecare contact de la ruptor față de corpul metalic.

Se consideră drept valoare a rezistenței de izolație măsurată, valoarea indicată de aparat după 60 s de la aplicarea tensiunii generale de megohmmetru. Valoarea minimă admisibilă a rezistenței de izolație este de 1000 M $\Omega$ .

## 2.4. Subansamblul selector-inversor

### 2.4.1. Lucrări de revizie, la subansamblul selector-inversor

Revizia subansamblului selector-inversor se execută după cel mult 50000 de comutări și cel puțin o dată la opt ani.

Operația se execută de către o echipă specializată la locul de montare al comutatorului.

Lucrările se vor executa pe un timp frumos, fără nori, vânt, ceață, ploaie, ninsoare, cu o umiditate relativă de maximum 60%.

Durata lucrărilor, respectiv timpul admis de opunere în aer liber al selectorului și implicit al înfășurărilor transformatorului, nu va depăși 8-10 ore.

Revizia se execută astfel. Se închide subiectul de legătură dintre conservator și curva transformatorului. Se racordează un furtun flexibil la robinetul de golire al cuvei (în partea inferioară). Cu ajutorul unei pompe sau prin cădere liberă, se golește nivelul al transformator și se introduce în circuit de capacitate corespunzătoare.

În locul uleiului, în transformator se introduce aer uscat, printr-un filtru silicagel sau aer uscat.

Cantitatea de ulei ce trebuie scoasă din transformator este de circa 15-18 tone, până ce nivelul uleiului scade sub limita inferioară a subansamblului selector-inversor.

Când nivelul de ulei a scăzut, ferestrea de vizitare a subansamblului selector-inversor, aceasta demontează prin desurubarea bazei de stringere. După scoaterea ferestrei de vizitare, se șterg cu cârpe curate și uscate toate articulațiile și contactele fixe și mobile (figura 14) ale inversorului și selectorului, executându-se și verificarea lor vizuală, dacă nu sînt perlate, dacă calcă pe toată suprafața, dacă au presiune suficientă de contact etc. Presiunea de contact nu va fi mai mică de 6 kgf și se va verifica cu dinamometrul.

După terminarea curățirii, se verifică barele de



pertinax de susținere a contactelor și tijelor de acționare, urmărindu-se dacă sînt bine fixate și strînses, dacă nu prezintă deformări, dacă nu au fisuri etc.

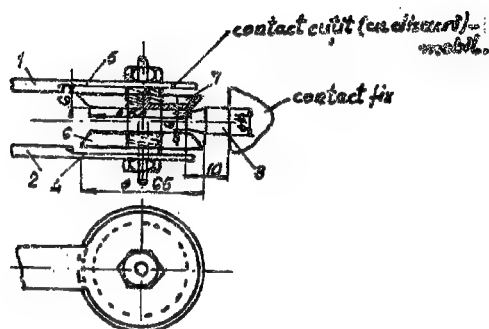


Fig.14. Selector Jansen, fabricație R.D.G. (detaliu de contact).

Se va verifica poziția corectă a contactelor fixe și mobile, că acestea nu s-au slăbit și nu s-au deplasat de la locul lor de fixare.

Se vor verifica și asigura toate strîngerile cu piulițe și șuruburi, de contacte fixe la conexiuni.

De asemenea, se vor controla strîngerile și poziția corectă a contactelor mobile (coplanitatea lor cu contactele fixe corespondente).

Se va controla prin sondaj presiunea (5-7,5 kg) pe contacte și dacă nu se observă schimbări de culoare care să indice o supraîncălzire a contactului imperfect.

Se verifică dacă resoartele spirale ale contactelor mobile sînt bine fixate și dacă funcționează normal. Acestea trebuie să fie comprimate cît mai strîns.

După verificarea contactelor fixe și mobile, dacă este necesar, se curăță contactele de topiri cu ajutorul unor pile fixe și cu hîrtie sticlă. În cazul topirilor mai pronunțate sau arsurilor, se execută și înlocuiri de piese de contact, bineînțeles dacă acestea s-au produs în partea în care este spațiul de acces la selector sau invers. În caz contrar, operația de remediere a arsurii-

lor sau topirilor mai prezumate să se execute prin demontarea completă a comutatorului sau prin decurvarea transformatorului.

Pentru urmărirea simultaneității închiderii contactelor pe cele trei faze, pentru a urmări ca suprafețele de contact să fie axiale, să existe corespondență față de pozițiile selectorului, pentru a verifica dacă contactele calcă pe toată suprafața, se manevrează manual, de la cutia de acționare, selectorul care se rotește, executând schimbarea treptelor de la 1 la 19 și invers.

**ATENȚIE :**      Manevrarea nu este permisă decât după ce selectorul-inversor și ruptorul au fost manevrați sau spălați cu ulei.

Se va verifica ca legăturile prizelor bobinelor de reglaj să nu tragă de contactele fixe ale selectorului (se vor demonta prin sondaj legăturile și ele nu trebuie să se îndepărteze de la poziția lor).

De asemenea, se va controla ca legăturile prizelor bobinelor de reglaj să nu împiedice mișcarea elementelor selectorului sau inversorului.

În continuare se șterg, încă o dată toate piesele componente cu o cârpă uscată și curată, se controlează să nu rămână în interior piese sau corpuri străine, după care se așază garnitura de cauciuc perbunan și se montează la loc fereastra de vizitare cât mai etanș posibil.

După închiderea ferestrei de vizitare, se umple cuva cu ulei prin montarea unui furtun flexibil de la cisternă la pompa de ulei și alt furtun flexibil de la pompa de ulei la robinetul inferior al cuvei transformatorului.

Tehnologia de rupere va respecta indicațiile din instrucțiunile de montaj și exploatare ale fabricantului de transformatoare.

La închiderea lucrării, se execută manual și cu motor verificarea finală asupra acționării selectorului de la cutia de comandă.

Se recomandă ca operațiile ce se execută de la scoaterea uleiului din transformator și până la introducerea acestuia din nou în cuvă să nu depășească în total timpul de 8 ore.

#### 2.4.2. Verificarea după revizie a subansamblului selector-inversor

Înainte de umplerea cu ulei a transformatorului și de închiderea capacului de vizitare a selectorului se execută următoarele verificări:

a) Verificarea presiunii și rezistențelor contactelor la selector și inversor.

b) Controlul vizual al mișcării și succesiunii corecte a contactelor mobile ale selectorului.

**ATENȚIE !** Operația se execută numai după ce selectorul inversor a fost imersat sau spălat cu jet de ulei.

c) Măsurarea rezistenței ohmice a înfășurării de înaltă tensiune pe toate ploturile, precum și înfășurărilor de medie și joasă tensiune.

d) Măsurarea raportului de transformare pe toate ploturile (treptele) de reglaj prin alimentare trifazată pe partea de înaltă tensiune cu 380V, 50 Hz. Se vor folosi 6 voltmetre, 3 pe partea de alimentare și 3 pe partea de joasă tensiune, de clasă 0,5.

La acționarea comutatorului de pe o treaptă pe alta, se verifică la voltmetrele montate pe înfășurările de tensiune joasă, că acele acestora, deși marchează trecerea de pe un plot pe altul, prin deviații mici, nu au tendința de a cădea spre 0, ceea ce ar indica întreruperea circuitului în timpul comutării.

După închiderea ferestrei de vizitare a selectorului și umplerea cu ulei a transformatorului se vor efectua în continuare următoarele verificări:

e) Analiza redusă a uleiului cu măsurarea rigidității dielectrice și a  $\tan \delta$  a uleiului la 24 de ore după umplerea și aerisirea transformatorului.

f) Măsurarea rezistenței de izolație R 60 și a coeficientului de absorbție R 60/R 15.

g) Măsurarea  $\tan \delta$  a înfășurărilor.

La verificarea presiunii contactelor se va avea în vedere că aceasta se situează în domeniul 5-7,5 kg și se poate verifica cu ajutorul unui dinamometru, după o schemă de principiu arătată în figura 15.

Cu ajutorul dinamometrului se acționează asupra contactului mobil, până ce lampa de semnalizare sau acul ohmmetrului indică întreruperea circuitului electric. Forța de presare a contactului mobil de tip cuțit, ca în figura 11, se determină cu formule :

$$P=F \cdot \frac{a}{b}$$

unde:

b și a se dau în mm, iar F în kg.

Forța (F) este indicația dinamometrului în momentul deschiderii contactului.

În funcție de tipul comutatorului, forța de presare  $P$  se situează între 3-8 kg.

În cazul mai multor contacte, verificarea se face pe rând la fiecare, celelalte izolându-se (în cazul folosirii schemei din figura 15).

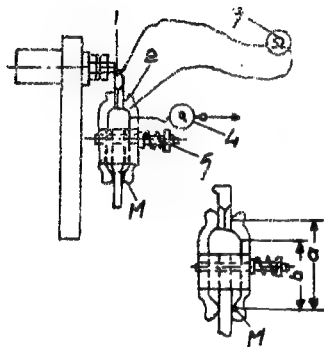


Fig.15. Măsurarea presiunii contactelor tip cuțit:  
1-contact fix; 2-contact mobil; 3-ohmmetru;  
4-dinamometru; 5-arc; M-punct de sprijin.

Verificarea se poate executa și în următorul mod:  
Între contactele ce se verifică se interpune o foaie de hîrtie de 0,1 mm grosime.

Cu ajutorul dinamometrului se acționează asupra contactului mobil, pînă se poate extrage foaia de hîrtie.

Direcția de acționare a dinamometrului trebuie să fie aceeași cu a arcului sau forței de presare a contactului mobil.

Dacă contactul mobil este prevăzut cu mai multe arcuri, atunci dinamometrul se dispune pe direcția rezistenței forței acestor arcuri.

La același contact se execută trei măsurători, între ele efectuîndu-se cel puțin cîte trei acționări.

Se consideră ca rezultat media aritmetică a celor trei măsurători, dispersia față de medie nu va depăși  $\pm 10\%$ .

De asemenea, valoarea rezultată nu va diferi față de valoarea dată în buletinul de fabrică cu mai mult de  $10\%$ .

Rezistența de trecere a contactelor selectorului și inversorului în curent continuu se execută ca la ruptor (vezi pct. 2.3.1.g.) și figura 15, cu ajutorul unei punți duble pentru rezistențe foarte mici (vezi figura 16) sau cu microohmetru sau prin metoda voltampermetru (un ampermetru de loc A și un milivoltmetru de 1000 mV de clasă 0,5).

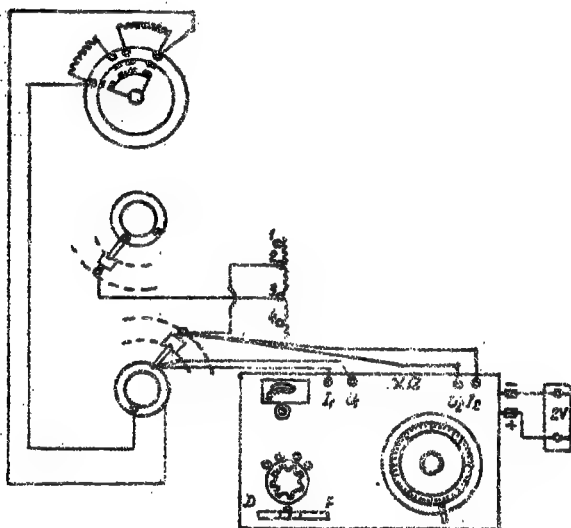


Fig. 16. Schema de montaj pentru măsurarea rezistenței de contact la contactele selectorului, cu puntea Thomson, de fabricație ERM.

Ca rezultat se consideră cea mai mare valoare obținută la toate contactele. Pe fiecare contact se execută trei măsurători, între ele și înainte efectuându-se câte trei acționări; ca valoare se ia media aritmetică față de care nu se admite o dispersie mai mare de  $\pm 20\%$ . Valoarea curentului în timpul măsurărilor va fi limitată pentru a nu conduce la încălzirea contactului.

Înainte de măsurătoare, contactul va fi imersat în

alei în care va lucra ulterior.

În genere, valoarea rezistențelor de trecere se înscriează în limita de 400-900 microohmi și nu va diferi cu mai mult de 25% față de valorile indicate în buletinul de fabrică.

Celelalte verificări (poz-c, d, e, f, g) se execută conform normativului PE 116 și Tehnologiei pentru verificarea preventivă a transformatoarelor de putere\*/15/.

Pentru verificarea comutării corecte a selectorului în cadrul reviziei acestuia, se recomandă să se execute și o verificare specială a raportului de transformare prin măsurarea tensiunii pe fiecare treaptă și în acest scop se vor folosi metoda și schema din figura 17.

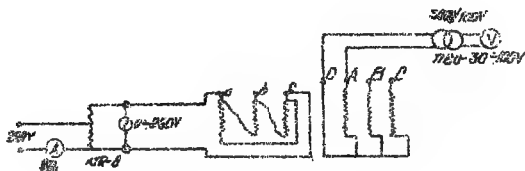


Fig.17. Schema de montaj pentru verificarea funcționării comutatorului cu ajutorul voltmetrului.

Aparatura necesară:

- Autotransformator tip ATR-8, fabricație ET 220/0-250 V,

$$I_{\max} = 8 \text{ A}$$

- Transformator de tensiune tip TIBU-3 cu caracteristicile:

- tensiunea nominală: 3000 V;
- tensiunea secundară: 100 V;
- clasa de precizie: 0,5.

- Voltmetru de curent alternativ 0-100 V, clasa 0,5.
- Voltmetru de curent alternativ 0-250V, clasa 0,5.
- Ampermetru de curent alternativ 5-10 A.

Se alimentează autotransformatorul de la o sursă de 200 V.

Ampermetrul cu scala de 10 A, pentru controlul sarcinii autotransformatorului, se montează în serie.

La bornele de ieşire ale autotransformatoarelor se conectează un voltmetru de curent alternativ 0..250V, clasa 0,5.

Tot de la aceste borne se alimentează înfăşurarea de joasă tensiune a transformatorului care în majoritatea cazurilor este conectată în triunghi.

Pe una din fazele înfăşurării de înaltă tensiune, corespunzător coloanei alimentate, se conectează transformatorul de tensiune tip TIBU-3; 3000/100 V, iar la ieşirea acestui transformator se conectează voltmetrul de control 0...1000 V, clasa 0,5 la care se citeşte tensiunea rezultată.

Prin acţionarea cursorului de pe o treaptă pe alta se citesc pe acele voltmetrului variaţiile de tensiune corespunzătoare unei trepte de reglaj.

Se respectă măsurarea pe toate coloanele.

Spre exemplu, pentru un transformator de putere de 10000 kVA 100/6,3 kV + 9 x 1,78%, alimentat pe înfăşurarea de joasă tensiune cu 250 V şi se va citi la voltmetru de control:

$$\frac{110}{6,3} \cdot 250 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{100}{3000} = 84,4 \text{ V}$$

Corespunzător unei trepte de reglaj, variaţia de tensiune este  $84,4 \text{ V} \times 0,0178 = 1,5 \text{ V}$ .

Deci, la comutarea de pe treapta 10 spre 1, tensiunea citită pe voltmetrul de control la fiecare comutare trebuie să crească cu 1,5 V, iar de pe treapta 10 spre 19 pentru fiecare comutare trebuie să scadă cu 1,5 V.

#### Verificarea prin analiză redusă a uleiului

Probele de ulei se colectează cu buşonul special prevăzut în acest scop la transformatoare direct în vasul cu care se transportă, respectându-se următoarele precauţii:

- probele de ulei se colectează numai pe timp senin, iar iarna pe timp geros;
- buşonul de luare a probelor se curăţă cu atenţie şi se lasă să curgă liber circa 1-2 litri de ulei;
- vasul (sticla) cu care se ia proba (care trebuie să fie uscat) se clăteşte de 2-3 ori cu ulei de probat, uscat;
- probele de ulei colectate pe timp rece se des-

fac numai după ce au căpătat temperatura încălzirii, în caz contrar prin condensarea vaporilor din atmosferă pe suprafața vasului, uleiul se va umezi rapid;

- încercarea uleiului se face în laboratoare chimice la specialitate care eliberează buletine de analiză a uleiului, conform normativului PT 116 și a celorlalte instrucțiuni în vigoare.

## 2.5. Repararea în atelier a subansamblului selector-inversor și verificarea după reparare

Repararea subansamblului selector-inversor la comutatoarele de reglaj sub sarcină se execută odată cu repararea celorlalte elemente ale comutatorului. Periodicitatea executării lucrărilor de reparații este după 50000 comutări și cel puțin o dată la 8 ani. La intrarea în reparație a transformatorului se va repara și subansamblul selector-inversor.

Lucrările de reparație se execută în atelier de către o echipă specializată în repararea comutatoarelor.

### 2.5.1. Repararea subansamblului selector-inversor (sau preselector)

În prealabil, se aduce comutatorul pe plotul median (tensiunea nominală), operație recomandată și de furnizori la montarea și demontarea întregului comutator (ruptor, selector-inversor, dispozitiv de acționare) pe transformator.

Se atrage atenția că la decuvarea transformatorului, când se demontează, în prealabil, legătura mecanică de transmisie între dispozitivul de acționare și comutator, este necesar să se noteze poziția pieselor, ccreapuzătoare plotului median în care a fost rotit întregul comutator înainte de începerea lucrărilor, pentru ca remontarea să se execute corect. De obicei, poziția respectivă a pieselor este însemnată, iar dacă nu este însemnată este necesar ca înainte de demontarea pieselor să se însemneze poziția lor.

În continuare se trece la demontarea ruptorului cu izolatorul suport și apoi la desfacerea legăturilor prizei bobinelor de reglaj, la contactele selectorului și inversorului. La partea inferioară a selectorului se vor monta suporturi de lemn pentru a sprijini și asigura selectorul inversor contra răsturnării în momentele slăbirii buloanelor de fixare de capătul transformatorului.

Se desfac apoi cele patru buloane de susținere și se eliberează selectorul de sub capacul transformatoru-



lui. Se leagă de cirlișul macaralei cu ajutorul cablurilor flexibile și al cerceilor.

Se transportă selectorul la atelierul special de reparații. Aici se execută o primă operație, și anume spălarea într-un recipient metalic cu jet de ulei cald (în circuit închis, dacă este posibil), cu ajutorul unui furtun flexibil și cu o instalație specială pentru încălzirea, marcarea și filtrarea uleiului.

După spălare, se lasă să se scurgă uleiul deasupra recipientului și apoi se transportă la locul de reparație cu ajutorul unui stativ metalic, prevăzut cu roți.

Se examinează apoi amănunțit fiecare piesă a selectorului și inversorului.

În cazul topirii pronunțate a contactelor mobile și fixe, acestea se înlocuiesc cu piese confecționate după model. Lagărele (locușii) tijelor ce poartă contactele mobile sau fixe se ajustează pentru a nu avea joc sau se înlocuiesc total tijele deteriorate.

Operațiile se execută de un lăcătuș de categoria 7 sau 8.

După montarea contactelor mobile și fixe noi, atât la selector cât și la inversor, se execută ajustarea acestora și curățirea suprafețelor celor ce nu se înlocuiesc cu pile fine și cu hirtie sticlă, astfel ca să se asigure o suprafață de contact și o presiune suficientă, pentru ca în timpul funcționării să nu se producă o suprigălzire periculoasă a contactelor.

În cazul în care cilindrul de pertinax care susține subansamblul selector-inversor este deteriorat, se procedează la înlocuirea acestuia. Pentru înlocuirea cilindrului de pertinax se execută o măsurare exactă a cotelor găurilor, se trasează și se găurește cilindrul cu atenție, respectându-se cu strictețe distanțele și dimensiunile găurilor, după care se demontează cilindrul defect și se montează cel nou.

Se recomandă ca înainte de trasării și găuririi cilindrului nou, acesta să fie uscat 2-3 zile la o temperatură de 100-105°C.

#### 2.5.2. Verificarea după reparație a subansamblului selector-inversor

După executarea reparației subansamblului selector-inversor, se execută o preverificare a acestuia. Se montează selectorul în mod provizoriu la capacul transformatorului, executându-se și conexiunile între selector și transformator. Se manevrează selectorul, observându-se atent dacă contactele mobile se angajează corect pe contactele fixe, dacă contactul mobil la

fiecare treaptă se oprește axial față de contactul fix și dacă presiunea de contact este suficientă (6-7,5 kg). Preverificarea se execută pe toate treptele de reglaj de la prima la ultima și apoi invers, prin trasarea diagramei conform anexei 3. La această preverificare se examinează și sincronizarea dintre selector, inversor și suport, se realizează și se ajustează roțile dințate de transmisie prin așezarea pe pană și potrivirea acestora, pentru ca mișcarea selectorului să se execute ușor.

Dacă la preverificare subansamblul selector-inversor a corespuns, se demontează de la transformator, acesta din urmă introducându-se la uscare în autoclavă cu vid, fără comutator.

În cazul în care la verificarea izolației comutatorului se constată că valorile rezistențelor de izolație a pieselor sînt mai mici de 5000 M $\Omega$ , comutatorul se va usca separat de transformator, în uscător, la presiune normală și temperatura de 100-105°C timp de 48 ore, conform tehnologiei date în anexa 4. Timpul de uscare poate fi prelungit, dacă valorile rezistențelor de izolație nu s-au îmbunătățit.

În continuare, după scoaterea transformatorului din autoclavă și după uscarea comutatorului, se execută montarea definitivă a subansamblului selector-inversor, urmînd ca după montarea și a celorlalte elemente să se verifice stringerile tuturor guruburilor și să se verifice prin diagrama circulară sincronizarea selectorului cu cutia de acționare și ruptorul.

**ATENȚIE!** Nu este permisă manevrarea selectorului-inversor după uscare, decît după imersarea sau spălarea cu jet de ulei pentru a nu distruge și uza prin frecări suprafețele ce sînt în contact între ele și în mișcare.

De asemenea, după uscarea transformatoarelor și remontarea comutatorului înainte de umplerea cu ulei se va controla ca legăturile de la prizele bobinelor de reglaj de la selector-inversor să aibă o poziție corectă, să nu împiedice în mișcare elementele mobile ale selectorului-inversor, să nu tensioneze tijele cu contacte fixe ale selectorului-inversor, așa cum s-a arătat și la lucrările de revizie (pct.2.4.1.).

Se verifică, de asemenea, ca selectorul să fie montat în poziție verticală, cu o deviație cît mai mică.

În continuare se execută toate verificările menționate la lucrările de revizie ale subansamblului selector-inversor la pct.2.4.2.

## 2.6. Repararea transmisiei selector-ruptor

Repararea transmisiei selector-ruptor la comutătoarele de reglaj sub sarcină se execută odată cu repararea celorlalte elemente componente ale comutatorului.

De aceea, repararea se va executa după 50000 de comutări și cel puțin o dată la 3 ani (cu prilejul reparării transformatorului la care este montat).

La intrarea în reparație a transformatorului se va repara în mod obligatoriu și transmisia selector-ruptor, dacă se constată că aceasta este necesar.

Lucrările de reparare a transmisiei selector-ruptor se execută în atelier de către o echipă specializată.

Dacă pe baza verificării stadiului de uzură se consideră necesar, se repară la început gurașul fără sfîrșit, care se demontează prin desfacerea celor două lagăre de la capete. Rectificarea gurașului se face la strung, după care se montează la loc, cu grijă, strîngînd uniform gurașurile de la lagăre. După strîngerea, se îndoaie și plăcuțele de siguranță.

Pentru înlocuirea roții melcate se demontează placa de susținere între selector și cilindrul de perținar și cele trei gurașuri de la lăgărușul roții melcate. După aceasta se va scoate roata melcată cu ajutorul unei prese de tras rulmenți. Roata melcată se confecționează la strung și freză. Montarea roții se face executînd operațiile în ordinea inversă față de cele de la demontare.

Trebuie să se țină seama că după montarea roții melcate, a plăcii de fier și strîngerea celor trei gurașuri de la lăgăruș să se îndoaie plăcuțele de siguranță.

Pentru repararea lagărelor se demontează mai întîi carcasa cu cele două lagăre și cu gurașul fără sfîrșit și apoi se demontează și cele două lagăre și cu gurașul fără sfîrșit și apoi se demontează și cele două lagăre de pe carcasă. Cu ajutorul unei prese de rulmenți se trag afară cupla de acționare și cei doi rulmenți de presiune de pe ax. Lagărele se rectifică apoi la strung. Asemblarea lor se face în ordinea inversă operațiilor de demontare.

Rectificarea roților dințate se face cu pila.

Pentru înlocuirea tijei de acționare se demontează presa dinapre ruptor, iar după înlocuire se vor monta la loc.

Rectificarea piesei de cuplaj de la tija de acționare se face prin demontarea acesteia cu o presă de rul-

mentă și prin prelucrarea manuală sau mecanică, după care se montează la loc dispozitivul de tensiune selector-ruptor.

După terminarea lucrărilor de reparație se vor efectua verificările cuprinse la pct.2-4.2. c, d, precum și diagrama circulară conform anexei 3.

## 2.7. Revizia dispozitivului de acționare

Revizia se execută după 5000 de comutări și cel puțin o dată pe an. Se recomandă ca această revizie să se execute odată cu revizia sabansamblului ruptor.

După deschiderea capacului cutiei de acționare se face un control general, apoi se spală bine cu o pensulă cu benzină toate piesele, articulațiile, roțile dințate, intreruptoarele etc.

După aceasta se controlează treptele. Poziția treptei este atinsă și se consideră bună când reperul (numărul treptei) stă în fața triunghiului de pe indicatorul cu dimensiunea treptelor.

Reglarea se face manual, cu o manivelă, după deconectarea completă a circuitelor secundare prin acționarea-rotirea săviorului (poz.6 din figura 7). O treaptă pe indicator corespunde la 12 rotații cu manivela.

Se trece apoi la examinarea reviziei intreruptoarelor de comandă ale celor două sensuri de conectare, limitatoarelor de cursă și intreruptorului de siguranță.

Dispozitivul, în timpul reviziei, trebuie scos complet de sub tensiune. Cu intreruptorul de alimentare deschis, se curăță conductele fixe și mobile de urmele de arc, cu ajutorul unei pile fine și cu hirtie sticlă. Se închide apoi manual de mai multe ori pentru a urmări similitudinea închiderii fazelor și dacă contactele calcă pe toată suprafața.

Se trece apoi la verificarea electromotorului, care se face cu un inductor de 500 V. Rezistența de izolație a înfășurărilor trebuie să aibă minimum  $10\text{ M}\Omega$  la  $20^{\circ}\text{C}$ . În același mod se execută și verificarea electromagnetului de frână. În plus acesta se verifică mecanic, constatându-se dacă resortul este slăbit sau ferodoul uzat. Dacă frâna nu lucrează normal, se va regla prin stringerea sau desfacerea șurubului de reglaj.

Se verifică sistemul de blocare prin rotirea într-o parte a pârghiei de oprire, care scoate cupla manuală de pe roată dințată, angrenată de motorul electric.

Odată cu scoaterea cuplei, prin deplasarea unei

pirghii cu contact, se întrerupe şi circuitul electric.

Se introduce apoi manivela în capul axului, devenit liber şi se învîrteşte. Limita (treptele de capăt) domeniului de reglare se poate recunoaşte pe scala tablăi indicatoare şi poate fi simţită prin acţiunea opritorului mecanic.

În cazul în care sistemul este dereglat (deşincronizare între dispozitivul de acţionare, ruptor, selector - vezi diagrama circulară), aceasta se poate regla prin slăbirea celor două şuruburi M 10 ale pieselor de cuplaj reglabil (discuri sau cuplă), care fac legătura între cutia de acţionare, axul principal şi sistemul de transmisie al selectorului.

După slăbirea şuruburilor, se roteşte în stînga sau în dreapta (după caz), pînă cînd se obţine corespondenţa între selector şi tablăa indicatoare (vezi şi tehnologia de reglaj dată în anexa 5).

- Tabloul de semnalizare se curăţă cu hirtie sticlă şi apoi se verifică cu inductorul.

- Rezistenţele de încălzire se verifică cu inductorul şi în caz că au întrerupere sau masă trebuie înlocuite cu altele noi.

- Numărul de comutări se verifică prin învîrtirea dispozitivului. După 12 rotiri trebuie să treacă de la o treaptă la următoarea.

- Se verifică dacă şurubul de fixare al axului principal este bine strîns şi dacă piesa de cuplaj nu s-a deplasat de pe ax.

- Se verifică toate legăturile, se imprimă mişcarea roţilor pentru a constata dacă nu este blocată vreuna sau dacă nu are joc prea mare. Se introduce unsoare cu pompa de gresare în toate lagărele şi în punctele notate cu "0" în faţă. Se vor gresa neapărat cele trei puncte ale lagărului de ghidaj de la transmisia conică. Se vor unge cu ulei toate articulaţiile pirghiilor şi roţilor dinţate. Se va evita ungerea ferodurilor de la electromagnetul de frînă.

- Se verifică reţile dinţate şi, în caz de uzură, se rectifică cu pila, după care se ung cu vaselină de rulmenţi RUL-loc.

- Se execută apoi verificarea manuală cu ajutorul manivelei de la poz.1 la poz.19 şi invers, controlînd poziţia treptelor, blocajul mecanic, oprirea corectă pe fiecare treaptă, succesiunea funcţionării corecte a contactelor ruptorului şi corespondenţa cu indicaţia de pe tablăa indicatoare a dispozitivului de acţionare (de fapt verificarea diagramei circulare).

- Se verifică raportul de transformare (vezi pct.2.4.2.d), precum şi rezistenţele ohmice (pct.2.4.2.) pe toate ploturile înfăşurării.

După încercarea manuală se scoate manivela și se rotește la loc pîrghia de blocare, ceea ce face ca circuitul de comandă pentru dispozitivul de acționare să fie închis (de precizat că întreruptorul general de alimentare rămîne încă deschis).

- În continuare se verifică strîngerea corectă a conductoarelor circuitelor de comandă, protecție și semnalizare la clemele de sir.

Abia acum se închide întreruptorul general de alimentare a dispozitivului de acționare de la rețea.

Prin apăsarea butonului de acționare se va conecta electromotorul, acționînd contactul trifazic pe sensul respectiv de comutare.

- Se verifică deblocarea acționării electrice prin acționarea pîrghiei de blocare (poz.6 din figura 7).

- Încercarea cu electromotorul se face de la poziția 1 pînă la 19 și invers.

- În mod special se verifică starea și modul de funcționare al microîntreruptoarelor de poziție și de blocare electrică pentru pozițiile extreme.

De asemenea, se verifică modul corect de funcționare a sistemului de frînare pe poziție a treptelor în dreptul indicatorului de pe tablă dispozitivului de acționare.

Se controlează pozițiile corecte ale treptelor pe indicator și blocajul electric la capetele domeniului de reglaj (treptele extreme) care să deconecteze înaintea blocajului mecanic.

- Se verifică, de asemenea, funcționările corecte ale sistemului de acționare și de transmitere la distanță a poziției comutatorului în cazul în care sînt prevăzute asemenea sisteme.

- Se verifică acționarea electrică corectă pe toate pozițiile și la o tensiune de alimentare scăzută cu 15% față de tensiunea nominală.

- Se verifică funcționarea corectă a contorului numărului de comutări.

- Se verifică timpul scurs din momentul aplicării impulsului de acționare pînă la terminarea operației de comutare a unei trepte. Aceasta va corespunde indicațiilor furnizorului (circa 4-5 s).

- În final se verifică și se remediază etanșeitățile cutiei și capacului împotriva ploii, prafului, precum și sita găurii de ventilație pentru prevenirea condensului pe pereții și piesele interioare. De asemenea, se verifică funcționarea corectă a termostatlui pentru temperatura de  $+10 \div +15^{\circ}\text{C}$ . În perioada de iarnă rezistențele de încălzire trebuie să funcționeze permanent.

## 2.8. Repararea cutiei de acționare

Repararea cutiei de acționare se execută în ateliere de specialitate, de regulă odată cu repararea transformatorului și necesită demontarea completă a cutiei în elementele componente, pentru recondiționarea sau înlocuirea acelor care au defecțiuni sau uzuri ce nu mai permit funcționarea lor în condiții bune.

În cele ce urmează se descriu mai amănunțit operațiile de demontare și montare, iar cele privind prelucrările mecanice la mașini-unelte a pieselor componente au fost doar amintite întru cât descrierea lor iese din cadrul lucrării de față, ea putând face obiectul unor serii de fișe tehnologice tip, de prelucrări mecanice.

### 2.8.1. Demontarea și montarea cutiei de acționare și a axelor de transmisie

Se va executa totdeauna pe poziția tensiunii nominale a transformatorului înainte de demontare; axul de cuplaj dintre cutia de acționare și comutator se va asigura împotriva rotirii.

2.8.1.1. Se demontează axul articulat dintre cutia de acționare și subansamblurile ruptor și selector, respectind indicațiile de mai jos:

- demontarea se face pe poziția tensiunii nominale a transformatorului, de exemplu la un comutator cu + 13 trepte sau + 9 trepte pe treapta 0, iar la un comutator cu + 27 sau 19 trepte în continuare pe treapta 14, respectiv 10, treapta respectivă poate fi citită pe cadrul cutiei de acționare;

- înainte de demontarea axului articulat, care leagă cutia de acționare cu selectorul, respectiv ruptorul, angrenajul de pe consola cuvei transformatorului trebuie asigurat (blocat) contra răsucirii; blocajul se poate scoate numai după ce axul articulat a fost remontat între cuva transformatorului și cutia de acționare.

2.8.1.2. Se desfac legăturile electrice de la cutie, după ce, în prealabil, au fost deconectate toate sursele de tensiune care alimentează cutia.

2.8.1.3. Se desfac șuruburile care fixează șasiul de peretele posterior și de placa-suport, prinsă în consolă cu profil de oțel pe cuva transformatorului. Se verifică cu această ocazie starea amortizoarelor contra vibrațiilor (mai ales la scurtcircuite bruște asupra transformatorului).

2.8.1.4. Se deconectează bolțul și resortul de strângere al saboților frinei.

2.8.1.5. Se dezleagă de la șirul de cleme conductoarele electrice de alimentare ale motorului.

2.8.1.6. Se demontează suportul bușoanelor de comandă prin desurubare de pe peretele interior.

2.8.1.7. Se desfac șuruburile care fixează flansa motorului de suportul central al angrenajului reductor de turație, după care se poate scoate motorul, prin deplasarea axială, în sens opus capătului exterior al arborelui motor.

2.8.1.8. Se desfac piulițele de pe tiranții distanțieri dintre suportul central și suportul din dreapta al angrenajului reductor de turație.

2.8.1.9. Prin desfacerea șuruburilor care fixează de partea posterioară a șasiului suportul central, devin accesibile roțile dințate ale reductorului de turație stît pentru cazul acționării cu motor, cît și pentru cazul acționării manuale.

2.8.1.10. Se demontează suportul din dreapta al angrenajului și lagărului fixat cu șuruburi de suportul din stînga. După aceasta se poate scoate afară axul orizontal de transmisie cu roata dințată conică la un capăt și roata dințată cilindrică la celălalt capăt.

2.8.1.11. Se demontează contoarele numărului de rotații și suportul lui, discurile indicatoare cu angrenajele și suportul lagărelor acestora.

2.8.1.12. Se demontează axul vertical de transmisie care are la capătul inferior roata dințată conică de transmisie spre selector și șurubul mic de acționare al discurilor indicatoare și de control.

În acest studiu al documentării sînt complet accesibile pentru lucru întreruptoarele automate, contactele electrice de blocare și semnalizare, bobina electromagnetului frinei, placa-suport cu rezistențele în montaj potențiomtric, pentru ridicarea la distanță a poziției.

Montarea la loc a elementelor componente demontate ca mai sus în ordinea inversă demontării.

## 2.8.2. Verificări după reparație

După montarea completă a cutiei reparate, se face o revizie a ansamblului conform paragrafului. Se va face cu o deosebită atenție verificarea legăturilor electrice și a corespondenței lor cu schema electrică reprezen-



tată pe placa fixată de capacul de protecție al cutiei.

De asemenea, în plus față de verificările făcute, cu ocazia reviziilor (pst.2.7.) se vor face următoarele verificări:

- Se vor verifica toate strîngerile cu suruburi și asigurarea acestora. Să nu existe jocuri peste limitele admisibile.

- Sensul corect de retire al servomotorului. În acest scop se aduce manual cu manivela comutatorului în poziția prizei mediane (la mijlocul domeniului de reglaj) și apoi se apasă și butonul de acționare. Dacă sensul nu corespunde se vor inversa două faze de alimentare a electromotorului. Schimbarea se face la girul de alome. Se interzice schimbarea la cutia de borne a selectorului.

Se va verifica funcționarea ușoară fără frecări sau scadări la acționarea manuală a dispozitivului de acționare. Cuplul maxim necesar unei comutări, în special în momentul acționării și inversorului în plus față de selector, nu va depăși 2,5-3 kgm.

## 2.9. Repararea transmisiei dintre subansamblurile ruptor-selector și cutia de acționare

Repararea transmisiei se execută odată cu repararea celorlalte elemente componente ale comutatorului.

Reparațiile se vor executa periodic după 50000 de comutări și apoi cel puțin o dată la 8 ani (cu prilejul reparației transformatorului).

Lucrările de reparare ale transmisiei se execută în atelier cu o echipă specializată.

2.9.1. Pentru repararea transmisiei între subansamblurile ruptor-selector și cutia de acționare, se demontează de pe cuvă carcasa roții dințate, după ce s-a adus comutatorul pe poziția mediană recomandată, tensiunea nominală, deci mijlocul domeniului de reglaj și s-a notat, în prealabil, poziția pieselor componente. Roțile dințate vor fi rectificate manual cu o pilă lată. În cazul în care uzura roților dințate este avansată, acestea se vor demonta și înlocui cu altele noi.

După aceasta se desface presetupa și se înlocuiește garnitura cu una nouă, după care presetupa se montează la loc.

Roțile dințate se ung cu vaselină de rulment RUL 100, după care carcasa se montează la cuvă cu o garnitură de klingherit.

### 2.9.2. Verificări după reparare

Pentru sincronizarea corespundenței între cutia de acționare, selector și ruptor, înainte de montarea comutatorului, dacă acesta a fost demontat de pe trafo, se vor confecționa o pereche de piese de cuplaj, cu care se va verifica corespundența la roze cu comutatorul decuvat și alimentat de pe trafo. Pentru sincronizarea și reglarea funcționării corecte a tuturor subansamblurilor ruptor-selector, cutia de acționare, transmisii, se vor avea în vedere anexele 3 și 5, adică verificarea diagrafei circulare, reglarea corectă a cuplării și egalizarea numărului de rotații pe ambela sensuri.

Pentru verificarea izolației tijei de pertinax, se va măsura rezistența de izolație cu un indicator de 2500 V. În cazul în care se constată că tija de pertinax este umezită (rezistența de izolație este sub 5000 M $\Omega$ ), se va încerca uscarea acestuia 2-4 zile la o temperatură 100-105°C.

Dacă prin uscare nu se reușește a se obține o rezistență de izolație corespunzătoare (se recomandă cel puțin 5000 M $\Omega$ ), se va înlocui cu altă tija nouă. Tija se confecționează prin tăiere la circular, apoi se rectifică cu pila și se fac patru găuri, după ce se introduce tija la uscare, se lăcuiește și iar se usucă, pentru a polimeriza lacul. După uscarea completă, se va face verificarea tijei prin măsurarea rezistenței cu indicatorul de 2500 V.

Apoi tija se montează între cutia de acționare selector-ruptor cu ajutorul a două piese de cuplaj.

### 2.9.3. Verificarea transmisiei și a dispozitivului de acționare

În final, după montarea pe transformator, se va verifica tot sistemul de transmisie de la dispozitivul de acționare și pînă la capul de acționare al comutatorului propriu-zis (ruptor-selector-inversor), și anume că elementele acestei transmisii (axe, cuplaje, angrenaje) funcționează corect, fără frecări mari, că au fost efectuate gresările și ungerea cu vaselină a punctelor indicate de fabricant (lagăre, angrenaje, cuplaje etc.).

De asemenea, că în mișcarea lor, elementele de transmisie nu sînt împiedicate de țevile de protecție, coliere sau alte piese.

- Se va verifica montarea corectă a elementelor de transmisie, alinierea lor, unghiul de deviație maximă de la poziția corectă a axelor, tijelor verticale sau orizontale.

- Se vor verifica strîngerile cu şuruburi, asigurările de cuplaje, jocurile dintre elementele asamblate (cuplaje, angrenaje) care nu vor depăşi limitele admise.

- După toate aceste verificări se va controla sincronizarea funcţionării corecte a tuturor subansamblurilor (ruptor-selector-inversor-cutie de acţionare) cuplate prin elementele de transmisie şi în acest sens se va trasa diagrama circulară, conform anexei 3.

- Se va măsura raportul de transformare pe toate ploturile (pet.2.4.2.a).

- Se va măsura rezistenţa ohmică a înfăşurării transformatorului pe toate ploturile (pet.2.4.2. c)

## 2.10. Transportul comutatoarelor de re- reglaj sub sarcină de fabricaţie

R.D.G.

Transportul comutatoarelor de fabricaţie R.D.G. se efectuează astfel:

- se demontează ruptorul cu izolatorul-suport şi se transportă separat;

- subansamblul selector-inversor se transportă odată cu transformatorul;

- subansamblul cutiei de acţionare se transportă odată cu transformatorul.

2.10.1. Pentru demontarea subansamblului ruptor-izolator-suport se execută următoarele operaţii:

- se fixează comutatorul prin cutia de acţionare pe poziţia mediană, şi anume pe treapta de tensiune nominală (treapta 10);

- se înseamnă cutia de acţionare, pentru a nu se schimba treapta de reglaj, se blochează şi se sigilează pe această poziţie;

- se înseamnă poziţia flânşei izolatorului-suport faţă de capacul cuvei prin poansonare;

- se demontează şuruburile flânşei izolatorului-suport;

- se prinde în cîrligul macaralei cu ajutorul a două cabluri legate sub cutia ruptorului, întregul ansamblu ruptor-izolator-suport;

- se ridică uşor pînă ce cilindrul izolat inferior al ruptorului iese complet din locul său;

- se introduce subansamblul ruptor în cuva dispozitivului special prevăzut în acest scop de fabrica furnizare;

- etanşarea se efectuează prin strîngerea cu şuruburi a flânşei şi cu garnitură de cauciuc;

- se fixează cutia ruptorului la dispozitivul cu două plăci din oţel de 30x5x250 mm, prevăzute cu şuru-

burii de strângere;

- se introduce ulei de transformator prin conservatorul dispozitivului, până când se umple cuva dispozitivului, izolatorul-suport și cutia ruptorului;

- se verifică nivelul uleiului, care trebuie să fie, în funcție de temperatură, până la gradatia corespunzătoare de pe eticheta de nivel a conservatorului.

2.10.2. Comutatorul astfel pregătit se încarcă cu macarua în autocamion și se ancorază bine cu cel puțin patru ancore de la partea superioară a dispozitivului.

Transportul se efectuează cu foarte mare grijă, fără smucituri bruște, se evită vitezele mari de circulație.

Transportul fiind negabaritic, se vor lua măsuri speciale de asigurare a condițiilor de securitate (se verifică interiorul, se determină punctele cu gabarit obligatoriu etc.).

2.10.3. Înainte de expediere se verifică etanșeitatea transformatorului, în special la flanșe oarbă, montată în locul izolatorului-suport al ruptorului, precum și etanșeitatea cuvei speciale de transport a izolatorului-suport cu ruptorul montat pe el.

2.10.4. Se verifică documentația însoțitoare:

- buletinul de încercare;
- instrucțiunile suplimentare rezultate în urma reviziei sau reparației.

### 3. COMUTATORUL DE REGLAJ AL TENSIUNII SUB SARCINĂ TIP JANSEN, DE FABRICAȚIE KOLAROV-SOFIA, R.P.B.

#### 3.1. Descriere

Comutatorul de reglaj în trepte, de fabricație R.P.B., tip RS<sub>2</sub>, este în întregime (inclusiv ruptorul) amplasat în cuva transformatorului.

Aceste comutatoare se realizează atât în varianta cu reglaj prin asociere (fig.18 a), cât și în varianta cu reglaj prin inversare (fig.18 b).

În figura 19 se prezintă o secțiune prin comutator, iar în figura 20 se dă ansamblul general al comutatorului din care se pot vedea că ruptorul se află așezat într-un cilindru izolanț de pertinax (2), care este

Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64																																				

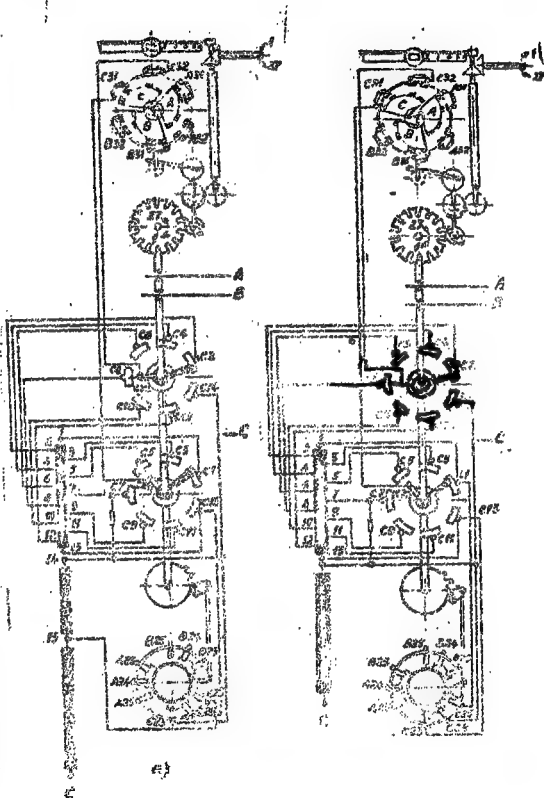


Fig. 18. Comutator cu reglaj al tensiunii sub sarcină, fabricație R.F.R. (scheme electromecanice generală).

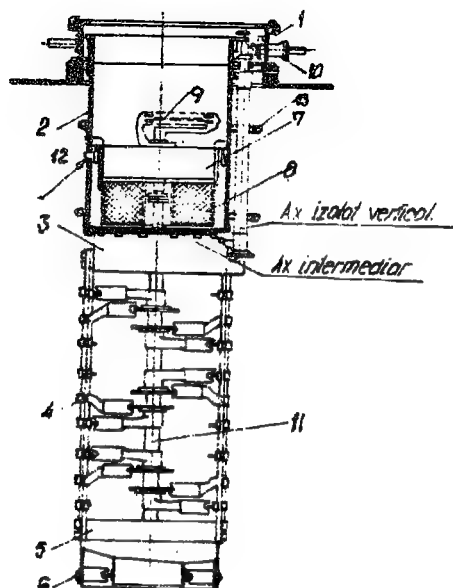


Fig.19. Comutator Kolarov fabricație R.P.B.  
(ansamblu general)

1-cutie metalică a ruptorului; 2-cilindru izolant din pertinax; 3-cutie metalică; 4-selector; 5-placă metalică inferioară; 6-contactele inversorului; 7-cutia ruptorului; 8-rezistență de comutare; 9-mecanism cu resort; 10-ax de acționare; 11-ax vertical izolant; 12-suport de contact a mecanismului contactelor cu resort; 13-inel de gardă.

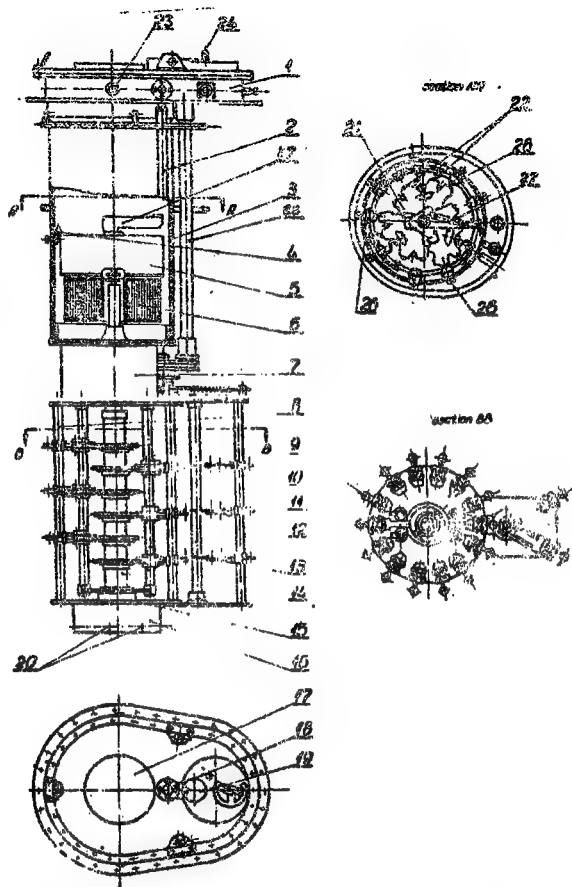


Fig.20. Secțiune prin comutatorul de reglaj sub sarcină tip RS<sub>2</sub>-0-110-400;

1- capac (metalic) superior; 2-conductă pentru sifonare (golirea apei); 3-cilindru izolan; 4-contacte fixe; 5-cilindru izolan al ruptorului; 6-cutie cu rezistențele de comutație; 7-flanșă superioară a selectorului; 8-longeroane de pertinaș (port contacte fixe); 9-contacte fixe ale selectorului; 10-contacte mobile;

Fig.2a (continuare)

11-disc (inel) conductor; 12-axul inversorului sau preselectorului; 13-axele selectorului (unul cu contacte mobile pere, altul cu contacte mobile impare); 14-tub de pertinax central (prin care de obicei trec conexiunile ce leagă contactele principale ale ruptorului cu discurile (poz.11) conductoare); 15-flanșă inferioară a selectorului; 16-cilindru izolanț; 17-diafragmă (membrană) de protecție la explozie sau supratensiuni în camera ruptorului în cazul unei defecțiuni; 18-flanșă pentru conducta releului de protecție; 19-indicator al poziției comutatorului; 20-bare (conexiunile) de legătură dintre contactele principale ale ruptorului și inelele (discurile) conductoare 11; 21-seriar cu contactele (câte unul pentru fiecare fază) mobile ale ruptorului; 22-contacte auxiliare ale ruptorului; 23-bușon de luat probe de ulei; 24-bușon de aerisire; 25-inversor (preselector); 26-contacte principale fixe; 27-arc principal pentru execuția comutării; 28-ar izolanț de acționare a selectorului.



fixat etang pe o ramă metalică superioară. Aceasta este îngrubată pe capacul transformatorului. La extremitatea inferioară a cilindrului de pertinax este fixată cutia metalică (3) în care se află amplasat dispozitivul de antrenare al selectorului și ruptorului.

Selectorul (4) este fixat sub cutia metalică (3) și este compus dintr-o schelă de tuburi de pertinax.

La extremitatea inferioară a selectorului este fixată o cutie metalică inferioară (5), în care s-a introdus mecanismul de antrenare al inversorului.

Această din urmă se află sub cutia metalică inferioară și este fixat de cutie. Cilindrul de pertinax al inversorului este alungit și se sprijină pe o schelă izolantă, prînă de grinzile de fixare inferioare ale transformatorului.

Selectorul și ruptorul sînt izolate de "masă" prin intermediul cilindrului de pertinax (2), care separă în același timp uleiul din interiorul cutiei ruptorului de cel din transformator. În acest fel, uleiul care este supus carbonizării prin arc electric ce se formează în timpul funcționării ruptorului, nu se amestecă cu cel din transformator și poate să fie schimbat uger.

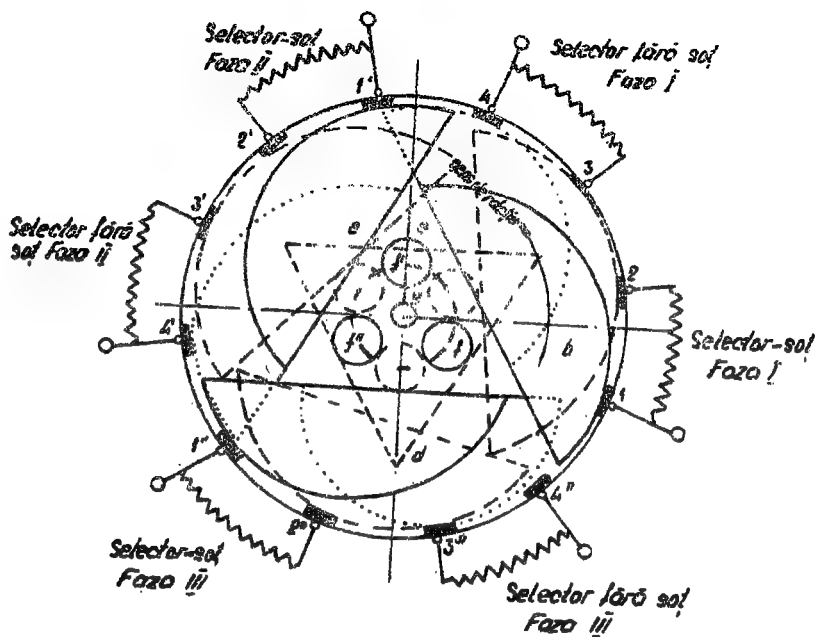
Mecanismul cu contacte și mecanismul cu resoarte (9) sînt montate împreună și poartă denumirea comună de ruptor. Acesta este introdus în cilindrul izolant (2), în care este fixat pe contactele purtătoare (12), în formă de consolă. Ruptorul poate fi scos în afara comutatorului prin desfacerea buloanelor de fixare (figura 19) cu siguranță.

Scoterea mecanismului ruptor se efectuează cu ajutorul unui dispozitiv (cric) special, care se livrează complet odată cu comutatorul de reglaj sub sarcină.

Ruptorul (a se vedea figura 21), care conține mecanismul contactelor cu resoarte, este constituit din trei elemente de declanșare rapidă, denumite "sectoare-suport", situate în același plan. Ele sînt rotite prin intermediul mecanismului cu resort, care este amplasat deasupra mecanismului cu contact.

Mecanismul cu resoarte este construit astfel, încît mișcarea de rotație odată începută să se termine fără oprire.

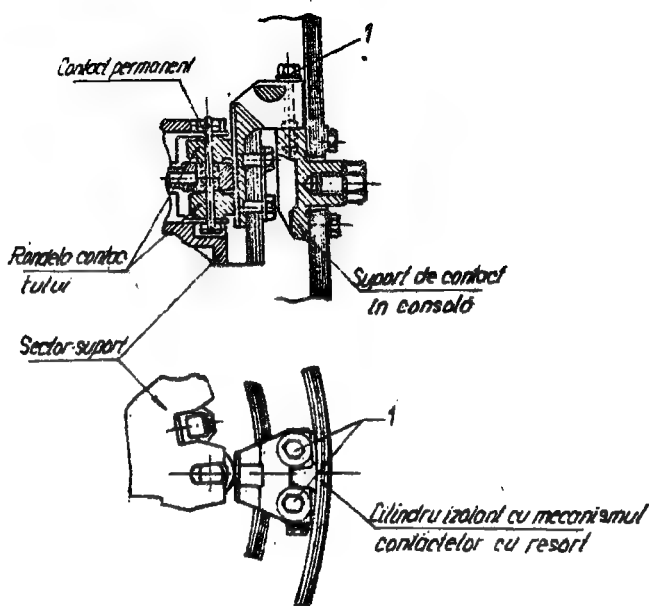
Fiecare sector-suport are patru sisteme cu rîndele de contact, care se mișcă (culisează) radial. Rîndele sînt presate prin resorturi puternice pe plăcile contactelor fixe, care sînt amplasate în fața acestora. Presiunea pe contactele fixe este suficientă pentru a asigura un contact bun la trecerea curentului nominal al comutatorului de reglaj. (fig. 22).



Legendă  
 — Faza unificată  
 --- Faza intermediară  
 ..... Faza linată  
 a, b, c, Sectoare suport de  
 comutare a contactelor  
 1, 2, 3, 4 Contacte fixe faza I  
 1', 2', 3', 4' Contacte fixe faza II  
 1'', 2'', 3'', 4'' Contacte fixe faza III

Fig. 21. Principiul mecanic al comutatorului  
 Kolarov, fabricație R.P.B.

Sistemele contactelor -rondelile funcționează două câte două, în funcție de treptele pare sau impare ale selectorului.



1 - Bulon de fixare

Fig. 22. Comutator Kolarov, fabricație R.P.B. (detaliu contact-selector).

Cele două rondelile cu contacte, amplasate în exterior și care reprezintă contactele principale de lucru, sînt (unele din ele numai în funcție de poziție) tot timpul în funcțiune, în timp ce rondelile interioare sînt numai auxiliare. Acestea din armă fac contact numai în momentul comutării selectoarelor-suport, pentru ca pentru un moment foarte scurt, sărind între două prize vecine ale înfășurării cu derivații sînt legate prin intermediul rezistențelor cu comutare.

Arcurile electrice, care se formează prin închideri repetate, topește continuu rondelile de contact și, prin urma-

re, după un anumit număr de închideri, acestea trebuie să fie înlocuite. Rezistențele de comutare sînt amplasate în cilindrul izolan al ruptorului, în partea inferioară a mecanismului contactelor cu resoarte.

Pentru verificarea rezistențelor de comutare, ele sînt scoase odată cu mecanismul ruptorului, devenind accesibile. Viteza de comutare a selectoarelor-suport este foarte mare, comutarea desfășurîndu-se într-un timp de 0,04 s.

Punctul neutru este realizat printr-un inel, amplasat în exteriorul cilindrilor izolant (poz.13, fig.19), care este ușor accesibil.

Pentru comutatoarele de 110 kV, acest inel are muchiile superioare rotunjite și, împreună cu un alt inel, asemănător cu el și plasat sub același tub, formează intervalul disruptiv, destinat protejării cilindrilor față de supratensiuni.

Selectorul are o construcție de forma unei schele din tuburi de pertinax, cu contacte fixe și contacte mobile. El este protejat contra supratensiunilor, existînd spații de ulei suficient de mari între contacte.

Șase etaje de contacte, cîte două etaje (planuri) pe fiecare fază, sînt dispuse unele peste altele. Pentru fiecare fază, stajul cu contactele treptelor pare este așezat sub cele ale treptelor impare. Contactele mobile ale selectorului pentru cele trei faze sînt situate pe axul izolan vertical (poz.11, figura 19). Contactele mobile pare sînt decalate față de cele impare ( $180^\circ$ ).

Comutatorul de reglaj sub sarcină, de fabricație Kolarov, este prevăzut și cu protecție, în afară de protecția normală a transformatorului (diferențială, maximă, releu de gaze), comutatorul de trepte are un releu cu un flotor (contact) care este pus în funcțiune prin gaze ce se degajează violent și pun în mișcare rapidă uleiul (undă de șoc - 0,9 m).

Acest releu este montat pe conducte de ulei ce face legătura dintre camera (2) ruptorului și conservatorul de ulei al transformatorului. În cazul unei avarii în ruptorul comutatorului (la mecanismul contactelor cu resoarte sau la rezistențele de comutare), se produce o degajare violentă de gaze și o undă de șoc produsă de ulei, la care releul de gaze trebuie să deconecteze imediat transformatorul.

Comutatorul tip Kolarov are un mecanism de acționare, cu ajutorul căruia se poate comanda manual sau prin motor trecerea comutatorului de pe o treaptă de reglaj pe alta. În cazul acționării manuale, pentru a efectua o comutare a comutatorului, vom roti manivela de la cutia de acționare de 4,6,8 sau 12 ori (după tipul cutiei de acțio-

nare), pînă ce numărul de ploturi de pe disc vine în dreptul indicatorului.

Manevrarea manuală trebuie să se facă cu atenție, astfel ca la sfîrșitul fiecărei comutări, într-un sens sau altul, manivela să se găsească în poziția inferioară în timp ce acul indicator de la cutia de comandă să fie orientat pe poziția respectivă a treptei de pe discul indicator, ce poate fi urmărită prin vizorul capacului. Comutarea se consideră corect făcută dacă, în afara de indicația din vizor, se aude și zgomotul de comutare al ruptorului.

Pentru acționarea comutatorului de reglaj cu motor, se folosește dispozitivul de acționare care conține un "servomecanism" cu motor (figura 7).

Motorul (poz.1 din figura 7) acționează asupra unui reductor de turație diferențial cu roți dințate și asupra axei de acționare verticală (poz.3 din figura 7), prin angrenajul de roți conice, superior, fixat pe capul transformatorului, asupra comutatorului (figura 19).

Pentru cuplare servesc automatele de protecție (poz.4 din figura 7), care se conectează prin comanda de la buton și se autodeconectează, după ce a fost atinsă treapta următoare. Pentru indicarea poziției treptei este prevăzut discul 7. Discul (7) se rotește la fiecare treaptă cu o diviziune și indică astfel treapta pe care se află dispozitivul de reglaj.

Pentru ca poziția treptelor să se poată observa și în camera de comandă, cutia de acționare posedă și un dispozitiv de indicare de la distanță, situat în spatele discului, care constă dintr-o rezistență potențiometrică, prevăzută cu contacte.

Ca indicator servește un instrument cu bobine încrucișate, conectat ca logometru, care este legat prin trei conductoare de legătură și prin șirul de cleme (poz.5, figura 7), cu începutul, sfîrșitul și priza (cursorul) rezistenței potențiometrice.

### 3.2. Controale și lucrări curente ce se efectuează de către personalul de exploatare

a) Controlul nivelului de ulei din cutia de angrenaje a dispozitivului de acționare prin servomotor.

b) Lunar se va înregistra numărul de comutări efectuat.

c) Controlul etanșeității cutiei dispozitivului de acționare și al ventilației acestuia împotriva condensului.

d) Controlul funcționării corecte a rezistențelor de încălzire și a termostatlui, mai ales iarna la tempe-

raturi scăzute.

e) Controlul stării de curăţenie (lipsa de praf) din interiorul cutiei cu dispozitivul de acţionare, precum şi starea de oxidare a contactelor releelor, contactoarelor, starea microîntreruptoarelor şi, în caz de necesitate, se vor curăţi contactele oxidate şi se vor unge cu vaselină neutră.

f) Cu transformatorul scos de sub tensiune şi deconectat de la barele reţelei, la 6 luni o dată, se va manevra de şase ori, în ambele sensuri, comutatorul pe toate treptele de reglaj, ceea ce realizează autocurăţarea contactelor selectorului şi inversorului sau preselectorului, mai ales în cazul în care pe anumite poziţii (trepte de reglaj) comutatorul funcţionează foarte rar sau deloc.

g) Se va controla vizual pentru eventualele neetanşeităţi şi scurgeri de ulei pe la vana superioară a comutatorului, pe la presetupa axului de antrenare etc.

**ATENȚIE!** Se interzice acţionarea manuală a contactoarelor la acţionarea electromotorului, atunci când manivela de acţionare este introdusă şi atunci când ne aflăm pe poziţiile (treptele) de capăt.

### 3.3. Lucrări şi verificări asupra ruptorului

#### 3.3.1. Lucrări anuale de revizie şi verificări asupra ruptorului şi rezistenţelor de comutaţie

**ATENȚIE!** Lucrările se execută cu transformatorul scos de sub tensiune şi deconectat de la bare, pe timp frumos, senin, fără vânt, cu umiditate relativă de maximum 60%.

Revizia se va referi, în special, asupra următoarelor verificări şi lucrări:

- a) Curăţirea interioară a ruptorului.
- b) Verificarea gradului de uzură a contactelor şi măsurile necesare.
- c) Modul corect de funcţionare din punct de vedere cinematic al părţii mecanice. Starea de uzură şi obogeaală a pieselor mecanice, jocuri create, slăbiri de stringeri (piuliţe, etc.).

d) Succesiunea corectă a fazelor de comutare a contactelor ruptorului.

e) Starea de etanșeitate a cutiei ruptorului.

f) Umplerea cu ulei de calitate controlată și aerisirea camerei ruptorului.

g) Verificări după revizia ruptorului (vezi pct. 2.3.1.g).  
Se închide robinetul de trecere de pe țeava de legătură dintre conservator și ruptor.

Se racordează un furtun flexibil la robinetul de golire (țeava de sifonare dacă este prevăzută) al cutiei ruptorului și se golește uleiul într-un butoi curat pentru ulei, așezat pe sol lângă transformator. După golirea uleiului până sub capacul ruptorului, se demontează acest capac. Apoi se continuă golirea completă a cutiei ruptorului.

#### a) Curățirea interioară a ruptorului

Cu ajutorul unui jet cald (+ 50°C), a unei pensule și a unor șirpe de ștears care nu lasă scame, se spală și se curăță atent toate piesele componente (contactele, sertarele, portcontactele, articulațiile, piesele izolante, rezistențele de comutație, interiorul cutiei ruptorului, mai ales fundul cutiei ș.a.)

b) Verificarea stării și gradului de uzură a contactelor și a celorlalte piese ale ruptorului, precum și macurile necesare de remedieri

- Nu se admit urme de arc electric pe contactele principale de lucru. În caz contrar, este necesar a se determina cauza urmelor de arc pe aceste contacte și a le înlătura.

- Se admite uzură prin arc electric a contactelor auxiliare până la o adâncime de 5 mm.

#### Nota 1

Dacă uzura contactelor auxiliare depășește 5 mm sau dacă arcul electric afectează și contactele principale, este necesară înlocuirea contactelor auxiliare (de strângere) și curățirea cu o pilă fină și hârtie sticlă a contactelor principale. Lucrarea are caracter de reparație într-un atelier și necesită demontarea ruptorului.

#### Nota 2

Dacă uzura depășește 3 mm, pentru reglarea cursei contactelor auxiliare se vor interpune între elementele de contact propriu-zise și suportul contactelor auxiliare, balagăre din preșpan de grosime corespunzătoare adâncimii uzurii contactelor. Lucrarea are caracter de reparație într-un atelier și necesită demontarea ruptorului.

Gradul de uzură se poate ușor determina, dacă se cunoaște grosimea totală a contactului auxiliar metalo-ceramic, care împreună cu portcontactul de bronz este de 10 mm.

- Curățirea și verificarea suprafeței contactelor se execută cu ruptorul cuplat (nedemontat) astfel:

Dacă este cuplat pe poziția "a" (fig.11 și 12) se curăță suprafețele și se verifică cursa contactelor corespunzătoare poziției "b".

Dacă este cuplat pe poziția "b" se curăță și se verifică starea și cursa contactelor corespunzătoare poziției "a".

Cursa portcontactelor principale este de 5-6 mm, iar pentru contactele auxiliare este de 7-8 mm (dere-glăriile se pot datora sau îmbătrânirii resoartelor acestor contacte sau gripării lor în locașul în care culisează). Mecanismul de contact va fi curățit și șters cu ulei de transformator. Dacă verificările dau rezultate necorespunzătoare este necesară demontarea ruptorului și reparația acestuia într-un atelier.

e) Modul corect de funcționare din punct de vedere cinematic al părții mecanice

- Starea de uzură și oboseală a pieselor mecanice, jocuri create, slăbiri de strângeri (piulițe etc.), gripări și cursă necorespunzătoare a contactelor ș.a.

- Se verifică atent, atât în stare de repaus cât și prin acționare manuală, starea de uzură și integritatea tuturor pieselor (sectoare, articulații, arcuiri, contacte), a conexiunilor (dacă nu există fisuri, deformări, slăbiri a unor strângeri, a unor contacte, conexiuni).

- În mod special se examinează starea arcului principal de comutare (acumulator de energie mecanică)

- poz.9 din figura 19 sau poz.27 din figura 20, precum și cursa liberă (fără gripaje) a contactelor care trebuie să fie de 5-6 mm pentru contactele principale și 7-8 mm pentru contactele auxiliare.

- De asemenea, se verifică atent starea legăturilor flexibile (trese), integritatea acestora, precum și poziția lor care nu trebuie să împiedice sau să stea în calea pieselor (sectoarelor) în mișcare.

Totodată se verifică strîngerile la rezistențele de comutație, la piulițe, articulații, îmbinări și se vor elimina jocurile create.

- Se verifică starea izolației conexiunilor și se



spală cu ulei rezistențele de comutație.

- Se verifică vizual simultaneitatea închiderii contactelor celor trei faze (cele trei sectoare) prin acționare manuală cu manivela, observând totodată dacă suprafețele contactelor sînt axiale și calcă pe toată suprafața.

d) Succesiunea corectă a fazelor de comutare a contactelor ruptorului se verifică vizual, iar în cazul în care s-au efectuat lucrări (ajustarea și pilirea contactelor, demontarea unor contacte și piese pentru remedieri sau reglaje la fața locului) sau după 30000 comutări, se va verifica succesiunea și timpii de lucru ai contactelor ruptorului prin oscilografare, conform metodei din anexa 2.

Succesiunea și timpii de lucru vor corespunde valorilor indicate în buletinul fabricii constructoare.

În orice caz timpul punții (durata de scurtcircuitare a celor două prize succesive) nu va fi mai mic de 0,002 s; în caz contrar este necesară demontarea ruptoarelor în vederea unei revizii amănunțite.

Durata întregului ciclu de comutare este sub 50 ms.

e) Verificarea și remedierea etanșeității cutiei Ruptorului

Neetanșeitățile cutiei ruptorului și scurgerile de ulei se datorează, de regulă, calității necorespunzătoare și îmbătrînirii garniturilor.

În cadrul reviziei se pot executa următoarele remedieri:

- înlocuirea garniturii capacului comutatorului, a garniturilor de la robinetele de pe conducte (de legătură cu conservatorul și cu reșeau de protecție al comutatorului, de la țeava de sifonare), garniturile bușoanelor de aerisire de la vizoare (indicatoare).

De cele mai multe ori însă principalele neetanșeități apar ca urmare a degradării presetupelor de la contactele fixate pe cilindrul de pertinax și de la axul de acționare de pe capacul superior.

În mare măsură, defecțiunea se datorează unei tehnologii necorespunzătoare de tratare sub vid. La un vid înaintat, în cura transformatorului, aceste presetupe sînt suprasolicitate și-și pierd etanșeitatea. De aceea, este necesar a se respecta instrucțiunile furnizorului, și anume:

- limitarea vidului la valorile prescrise;  
- efectuarea concomitentă a vidului, atît în cura transformatorului cît și în camera ruptorului, în cazul unui vid înaintat (presiunea remanentă absolută în cuvă sub 300 mm Hg) și folosirea unui capac special pentru

presetupa de la axul de acționare de pe capac (cînd transmisia dispune cutia cu mecanismul de acționare este demontată).

Remedierea neetangităților presetupelor, respectiv înlocuirea acestora, necesită golirea de ulei a transformatorului și de cele mai multe ori demontarea întregului comutator pentru a avea acces și din exterior la contactele fixe, montate pe cilindrul de pertinax al camerei ruptorului și care sînt etanșate cu presetupe.

f) Umplerea cu ulei de calitate controlată și aerisirea camerei ruptorului

După terminarea operațiilor de revizie, se curăță încă o dată piesele cu șervețete uscate, fără scame, se controlează să nu rămîie pleșe sau corpuri străine între contacte sau în interiorul cutiei ruptorului.

Se așază apoi garnitura de cauciuc perbuhan și se montează capacul superior (al cutiei ruptorului).

Apoi se introduce ulei de calitate verificată, de obicei ulei nou, cu ajutorul unui furtun flexibil (recomandat eventual la conducte de sifonare-golire) și al unei pompe de ulei.

Se atrage atenția în mod special asupra fixării corecte, a stringerii uniforme și cu grijă a capacului cutiei ruptorului care este din aluminiu.

În încheierea lucrării, se deschiidă robinetele de pe conducte de legătură dintre cutia ruptorului și conservator.

Totodată se aerisește camera ruptorului prin desfacerea bușonului de aerisire de pe capacul ruptorului, pînă ce apare ulei fără bule de aer după care se strînge la loc bușonul de aerisire.

3.3.2. Repararea ruptorului și a regizantelor de comutare la comutatoarele de reglaj sub sarcină de fabricație R.P.B.-Vassili-Kolakov

a) Pentru repararea ruptorului se execută următoarele operații:

- Se demontează capacul ruptorului, degurubîndu-se șuruburile de fixare.

Sub capac se află o garnitură din cauciuc perbuhan. Această garnitură trebuie verificată și în caz că este uzată (îmbătrînită), prezintă crăpături, se va înlocui cu alta nouă care se va lipi pe locașul ei, cu un adeziv de etanșare.

Legăturile flexibile ale ruptorului (3 buc.) se vor demonta cu o cheie tubulară de 14 mm, cu o lungime

de circa 90-100 mm. Se desfac în primul rând cele 6 șuruburi M 8 ale legăturilor. Apoi, cu aceeași cheie, se vor mai desface încă 12 șuruburi M 8 prin care se fixează ruptorul propriu-zis de cilindrul de pertinax, ceea ce permite extragerea ruptorului din camera, respectiv cilindrul ruptorului.

La scoaterea ruptorului din cilindru, se folosește un dispozitiv special, ca o macara de mină (vezi figurile 21, 23 și 24). Dispozitivul se agază pe partea superioară a cilindrului, iar cele trei brațe (cîrlige) vor fi lăsate în cilindru pînă la ruptor. Cele trei cîrlige se prind în locașul conductelor fixe, apoi se învîrte manivela, stringînd cablul pe tambur. În acest fel se scoate ruptorul afară din cilindru. O atenție deosebită trebuie acordată semnelor de orientare, imprimate pe contactele fixe (cifre sau litere) pentru a nu se schimba poziția la montare, ceea ce ar da naștere la inversarea fazelor.

b) După ce ruptorul a fost scos, acesta se agază pe bancul de lucru în atelier, se întoarce invers (cu capul în jos) și se desfac cele 8 șuruburi M 4, pentru a se scoate capacul, care este sub formă de placă rotundă, confecționată din pertinax. Se desfac legăturile flexibile ale rezistențelor cu o cheie fixă de 14 mm și se scot rezistențele. Aceste rezistențe se verifică mai întîi vizual și apoi la ștandul de verificare, pentru a constata dacă nu au întreruperi și dacă au o valoare corespunzătoare a rezistenței ohmice. În cazul în care prezintă arsuri sau întreruperi, rezistențele de comutație se înlocuiesc.

În continuare se procedează la demontarea ruptorului.

Se desfac 3 piulițe cu o cheie de 17 mm și un șurub M 6 cu șabă de siguranță, cu care ruptorul este fixat în capătul axului principal. Se scoate apoi întregul ansamblu al pîrghiei de acționare a conductelor mobile. După această operație, se scot cele trei bolțuri principale ale elementelor sector-ruptor-contact mobil. La această operație se va ține seama ca, la montare, fiecare bolț să fie introdus în orificiul și suportul lui.

c) Se controlează apoi contactele principale mobile, dacă nu sînt ovalizate, dacă au arsuri etc.

Arsurile sau topirile mai mici se pot curăța cu o pilă fină, apoi cu hîrtie sticlă fină; în cazul unor arsuri mai accentuate sau ovalizări, rolele trebuie înlocuite cu altele noi. Acestea se confecționează la strung, din cupru electrolitic; se recomandă cupru

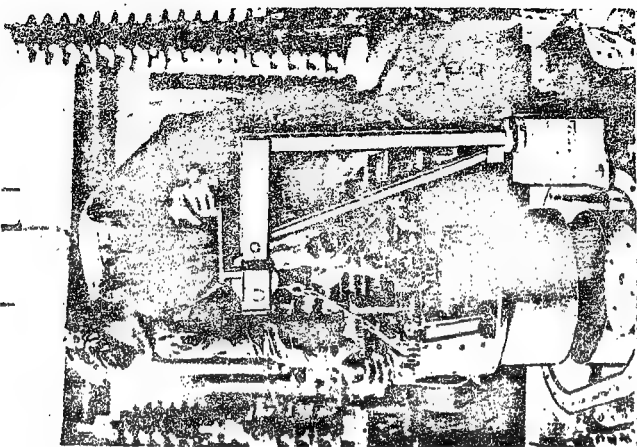


Fig. 24

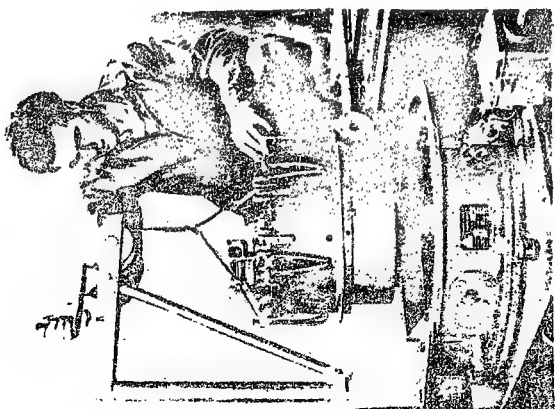


Fig. 23

electrolitic tare.

Contactele se fixează pe suportul lor, care este din bronz, prin trei șuruburi M 4, cu cap îngropat și prin profilul lor în formă de coadă de rândunică, pentru stabilitate și aderență.

Dacă uzura sau arsura lor este redusă, se pot curăța, cu o pilă fină și hirtie stielată, iar dacă degradarea lor este mai mare, ele trebuie înlocuite cu altele noi.

După demontarea ruptorului, piesele componente se vor spăla cu neofalină pentru îndepărtarea uleiului și a altor depuneri. Spălarea se va face într-un vas cu benzină cu o pensulă, iar după spălare piesele vor fi șterse cu o cârpă curată și uscată.

Carcasa (scatoarelor-suport a ruptorului, în care se fixează contactele mobile, este turnată din fontă.

Acestea trebuie ajustate în așa fel, încât în momentul cuplării să nu se lovească brusc una de alta. Ajustarea se face cu o pilă și prin manevre de cuplare-decuplare.

În poziția cuplat, spațiul între două scatoare suport trebuie să fie de aproximativ 0,2-0,4 mm.

Contactele fixe, după ce au fost curățate sau confecționate, se vor monta la loc pe suportul lor din bronz.

Ele se introduc în canalul profilat în formă de coadă de rândunică, apoi se fixează în cele trei șuruburi M 4 cu cap îngropat, care se strâng cu o șurubelniță.

După ce contactele mobile au fost ajustate, reparate sau confecționate, ele trebuie montate în carcasa scatoarelor-suport și se avea grijă ca între două role care alcătuiesc un contact, să se pună arcul spiralei prin care va trece bolțul-ax de  $\varnothing$  5 mm al roilelor.

### Nota 1

Dacă uzura elementelor de contact depășește 5 mm sau dacă se găsesc urme de arc electric pe contactele principale de lucru, este necesar a se înlocui contactele auxiliare și a se verifica cinematica și cursa corectă (fără blocări, gripări) a lor, iar contactele principale vor fi ajustate cu o pilă fină și se va verifica, de asemenea, cinematica și cursa corectă a lor.

Cursa portcontactelor principale trebuie să se încadreze în limitele a 5-6 mm, iar pentru portcontacte-

le auxiliare între 7 și 8 mm.

### Nota 2

Dacă uzura contactelor este sub 5 mm, pentru a re-gia corect cursa contactelor se poate proceda la deconec-tarea contactelor și întreruperea între elementele de contact propriu-zise și suportul lor (cilindru de per-tinax) a unor adaosuri din preșpan de grosime corespun-zătoare adâncimii de uzură a contactelor.

Prin demontarea portcontactelor și a blocurilor de contact se desurubează piulițele crenelate pe fața in-terioară a selectoarelor de fontă.

După aceasta portcontactele și blocurile de contact sînt trase (deplasate) în față la o distanță egală cu uzura blocurilor de contact metaloceramice.

Cunoscînd că distanța între centrul orificiului pînă la marginea piesei metaloceramice este de 15 mm, se poate determina uzura blocurilor de contact.

După ajustarea contactelor ca mai sus, se strîng din nou piulițele crenelate și se asigură.

Contactele mobile, după ce au fost montate în carcasa sectoarelor-suport, formează un element al rup-torului. Fiecare element trebuie așezat la locul lui pentru a forma ruptorul complet. Aceste trei elemente suport-contact se introduc pe bolțurile respective de unde au fost scoase, se pun și se strîng piulițele, apoi se introduce pe axul principal pîrghia de acționare cu resort a sectoarelor-suport, care se asigură cu o șaibă de siguranță și un șurub M 6, fixat în capătul axului. După această operație, ruptorul se întoarce astfel ca partea de jos să ajungă sus. În această poziție se mon-tează un disc pe care este fixat un bolt scurt. Scopul acestui disc cu bolt este de a antrena deschiderea sau închiderea sectoarelor-suport pînă într-un punct mort, din care sectoarele-suport sînt preluate de pîrghia de acționare, care, datorită arcului spiral, dă un impuls rapid, de închidere sau deschidere, ciocanului cu con-tacte mobile.

Urmează montarea rezistoarelor de comutație. După ce acestea au fost verificate, se montează în locașul lor (6 buc.). Se pun la loc legăturile flexibile, se strîng bine șuruburile cu cheia de 14 mm. Se pune apoi capacul din pertinax care se fixează cu cele 8 șurubu-ri M 4 și se întoarce apoi ruptorul în poziția normală de funcționare.

După asamblarea completă, ruptorul se introduce în cuvă (în cilindru). Introducerea ruptorului în cuvă

se face tot cu dispozitivul special cu care s-a acos. După introducerea, se assemblează cele 12 șuruburi M 8 care-l fixează pe inelul de pe cilindru. Se strâng apoi legăturile flexibile cu cele 6 șuruburi M 8. Legăturile flexibile nu trebuie să prezinte uzură, fire rupte și nu trebuie să împiedice mișcarea sectoarelor cu contacte mobile ale ruptorului.

Se fac apoi câteva comutări normale pentru a verifica funcționarea corectă a ansamblului glisor de comutare. Dacă aceste probe sînt bune se pune capacul cu garnitura din cauciuc și se strîng cele 22 de șuruburi M 10.

d) Verificări după repararea ruptorului.

După terminarea lucrărilor de reparație se curăță piesele ruptorului cu cîrpe uscate, se controlează să nu rămîină piese sau corpuri străine între contacte sau în interiorul ruptorului.

Apoi se spală cu un jet de ulei uscat.

**ATENȚIE!** Se interzice manevrarea ruptorului, după ce a fost spălat cu solvenți (neofalină sau benzină).

În continuare este necesară verificarea succesiunii de funcționare (prin oscilografiera - vezi anexa 2 și figura 25), precum și celelalte verificări indicate la pct. 3.3.1.h.

După efectuarea cu bune rezultate a verificărilor, se trece la umplerea cu ulei nou de bună calitate, aerisire și celelalte operații indicate la pct. 3.3.1. g.

### 3.4. Subansamblul selector-inversor

3.4.1. Lucrări de revizie la subansamblul selector-inversor (vezi pct. 2.4.1.).

3.4.2. Verificarea după revizie a subansamblului selector-inversor (vezi pct. 2.4.2.).

### 3.5. Repararea subansamblului selector-inversor a comutatorului de reglaj sub sarcină și verificarea după reparare

Repararea subansamblului selector-inversor la comutatoarele de reglaj sub sarcină se execută odată cu repararea celorlalte elemente ale comutatorului. Periodicitatea executării lucrărilor de reparație este după 50000 comutări și cel puțin o dată la 8 ani.

La intrarea în reparație a transformatorului se

va repara și subansamblul selector-inversor.

Lucrările de reparație se execută în atelier, de către o echipă specializată în repararea comutatoarelor.

În prealabil, se aduce comutatorul pe plotul median (tensiunea nominală) operație recomandată și de furnizor la montarea și demontarea întregului comutator (ruptor, selector-inversor, dispozitiv de acționare) pe transformator.

Se atrage atenția că la decuversarea transformatorului, când se demontează, în prealabil, legătura mecanică de transmisie între dispozitivul de acționare și comutator, este necesar să se noteze poziția pieselor care, răspunzătoare plotului median în care a fost rotit întregul comutator înainte de începerea lucrărilor, pentru ca remontarea să se execute corect. De obicei, poziția respectivă a pieselor este însemnată, iar dacă nu este însemnată este necesar ca înainte de demontarea pieselor să se însemne poziția lor.

3.5.1. Pentru repararea subansamblului selector-inversor a comutatorului de vâgii sub sarcină, sînt necesare următoarele operații:

Se demontează elementele de transmisie mecanică dintre dispozitivul de acționare și comutator. Se demontează selectorul prin desfacerea șuruburilor de pe capacul transformatorului. Se desface legăturile electrice dintre selector-inversor și bobinele transformatorului.

Se prinde comutatorul în cîrligul podului rulant cu ajutorul cablurilor și al cîercușilor și se ridică pe verticală, pînă ce a ieșit din gabaritul transformatorului. Se transportă cu podul rulant pe o scelă special amenajată. Se transportă selectorul la recipientul de ulei cald și se execută spălarea acestuia cu jet de ulei cald, în circuit închis, cu ajutorul unui furtun flexibil și cu o instalație pentru încălzirea, uscarea și filtrarea uleiului.

Se face un control vizual amănunțit la fiecare contact pentru depistarea contactelor defecte (atît contactelor fixe cît și celor mobile).

Se procedează la demontarea contactelor defecte și se repară sau se înlocuiesc, dacă nu se mai pot recondiționa. Dacă contactele prezintă arsuri mai pronunțate, acestea se vor încălzi cu sudură din același material, după care se vor ajusta la cotele pieselor originale.

După repararea și ajustarea lor, se procedează la montare pe locurile respective, în așa fel ca acestea să fie bine fixate.



Se montează manivela direct pe axul de acționare al selectorului și se manevrează manual la fiecare contact în parte de la prima la ultima treaptă și invers, ca acesta să aibă o suprafață de contact cât mai mare și o presiune suficientă, care să asigure circulația curentului de sarcină.

Dacă avaria a afectat și tuburile de pertinax care poartă contacte mobile sau fixe, se procedează la înlocuirea lor cu altele noi. Înainte de montare, tuburile noi se vor usca circa 2-4 zile la o temperatură de 100-105°C. După uscare, tuburile de pertinax se ajustează la cotele respective și se procedează la montarea lor. Dacă unul dintre cilindrii de pertinax este deteriorat, acesta trebuie înlocuit.

Se va acorda o atenție deosebită la măsurarea cotelor, la trasarea și găurirea cilindrului, în așa fel ca acesta să se potrivească exact la locul găurilor și al tuburilor. Cilindrul, tuburile de pertinax, contactele mobile și fixe trebuie să formeze un ansamblu bine încheiat, pentru a asigura o funcționare corectă. După ce cilindrul a fost montat, se procedează din nou la verificarea sincronizării selectorului cu ruptorul pe toate ploturile de la 1 la 27 și invers. Această verificare se face la dispozitivul de reparare.

După terminarea operațiilor de mai sus se transportă cu podul rulant la transformator și se montează, bincăntele după ce transformatorul a fost uscat. După montarea uniformă definitivă la transformator, se mai execută încă o dată manevrele de verificare ale sincronizării dintre cutia de acționare, selector și ruptor, de data aceasta fiind montate și tijele de legătură prin care se execută acționarea.

### 3.5.2. Verificarea după reparare a subansamblului selector-inversor

După executarea reparației subansamblului selector-inversor, se execută o preverificare a acestuia. Se montează selectorul în mod provizoriu la capacul transformatorului, executându-se și conexiunile între selector și transformator. Se manevrează selectorul, observându-se atent dacă contactele mobile se aranjează corect pe contactele fixe, dacă contactul mobil la fiecare treaptă se oprește axial față de contactul fix și dacă presiunea de contact este suficientă (6-7,5 kg). Preverificarea se execută pe toate treptele de reglaj, de la prima la ultima și apoi invers prin trasarea diagramei circulare conform anexei 3. La această preverificare se examinează și sincronizarea dintre selector, inversor

și motor, se ridică și se ajustează roțile dănațe de transmisie prin așezarea pe pună și potrivirea acestora, pentru ca mișcarea selectorului să se execute ușor.

Dacă la preverificare subansamblul selector-inversor a corespuns, se demontează de la transformator, acesta din urmă introducându-se la uscare în autoclavă cu vid, fără comutator.

În cazul în care, la verificarea izolației comutatorului se constată că valorile rezistențelor de izolație a pieselor conductoare față de masă și a pieselor conductoare între faze sînt mai mici de 5000 MΩ, comutatorul se va usca separat de transformator în uscător, la presiunea nominală și temperatura de 100-105°C, timp de 48 ore, conform tehnologiei date în anexa 4. Timpul de uscare poate fi prelungit, dacă valorile rezistențelor de izolație nu s-au îmbunătățit.

În continuare, după scoaterea transformatorului din autoclavă și după uscarea comutatorului, se execută montarea definitivă a subansamblului selector-inversor, urmînd ca după montarea și a celorlalte elemente, să se verifice stringerile tuturor șuruburilor, să se verifice prin diagrama circulară sincronizarea selectorului cu cutia de acționare și ruptorul.

**ATENȚIE!** Nu este permisă manevrarea selectorului-inversor după uscare, decît după imersarea sau spălarea în jet de ulei, pentru a nu distruge și uza prin frecări suprafețele ce sînt în contact între ele și în mișcare.

De asemenea, după uscarea transformatorului și remontarea comutatorului, înainte de umplerea cu ulei, se va controla ca legăturile de la prizele bobinelor de reglaj la selector-inversor să aibă poziția corectă, să nu tensioneze tijele cu contacte fixe ale selectorului-inversor, așa cum s-a arătat și la lucrările de revizie (pct. 2.4.1.).

Se verifică, de asemenea, ca selectorul să fie montat în poziție verticală, cu o derivație cît mai mică.

În continuare se execută toate verificările menționate la lucrările de revizie ale subansamblului selector-inversor, la pct. 3.4.2.

### 3.6. Repararea transmisiei selector-ruptor la comutatoarele de reglaj sub sarcină, construcție R.P.B.

Repararea transmisiei selector-ruptor se execută odată cu repararea celorlalte elemente componente ale comutatorului.

Reparația se execută de aceea după 50000 comutări, și cel puțin o dată la 8 ani (cu prilejul reparației transformatorului la care este montat).

La intrarea în reparație a transformatorului se va repara în mod obligatoriu și transmisia selector-ruptor, dacă se constată că aceasta este necesar.

Lucrările de reparare a transmisiei selector-ruptor se execută în atelier de către o echipă specializată.

Se verifică mai întâi vizual, la fața locului, roata dințată, iar dacă prezintă dinți rupți sau are aspect de degradare se va demonta pentru reparație.

Pentru demontare se scot cele 12 șuruburi M 5, cu cap înecat, cu șurubelnița. După această operație, roata dințată cu cadran ieșă afară. Se verifică dinții, se ajustează cu o pilă fină, se verifică cadranul marcat cu cifre.

În caz că sînt dinți rupți, se va repara sau înlocui roata dințată.

După aceste operații, roata se montează la loc. Înainte de demontarea ei se va însemna foarte precis poziția roții, iar la montare se va ține seama de semnal făcut, pentru a nu schimba poziția.

Roata dințată cu cadran este antrenată de o altă roată dințată mică, care este fixată pe tija de transmisie a selectorului. Și la această roată se verifică dinții și se ajustează. Se mai verifică, să nu aibă joc pe ax, se verifică știftul care o fixează de ax, urmărind ca aceasta să nu fie îndoit sau forfecat.

În cazul în care această roată are dinți uzați sau rupți, ea trebuie înlocuită. Pentru înlocuire, se desfac cele patru șuruburi M 8, se scoate placa de susținere a lagărului pe axul roții și apoi se scoate roata de pe ax și se înlocuiește cu alta. Se consideră că roata nouă este confecționată și se află la piesele de rezervă.

O altă roată dințată conică la 45° se găsește pe axul ce trece prin presetupă, cuplă spre cutia de acționare. Această roată antrenează o altă roată dințată, identică cu cea care se află pe tija de transmisie a selectorului. Roata conică este fixată numai prin pană la

capătul axului. Se întâmplă uneori ca pana să iasă afară și să cadă între liptii roților, blocând transmisia roților sau provocând ruperea dinților. Pentru a înlătura aceste defecte se scoate această roată cu ax cu tot.

Se dă o gaură în capătul axului, se filetează și se pune apoi un șurub M 8 cu o șabă de siguranță, care ține roata și pana fixată pe ax.

Se montează axul cu roata din față la loc și se pune placa de susținere a lagărului cu cele patru șuruburi care au fost desființate.

Prin scoaterea din presetupă a axului, pentru înlocuirea penii amintite mai sus, se deteriozează garnitura, ceea ce, ar înlesni curgerea uleiului din curba muștorului pe transformator. De aceea, această garnitură se înlocuiește, chiar și în cazul în care nu se scoate axul din presetupă (garnitura tot va trebui înlocuită la orice revizie).

Garnitura se pune din șnur de azbest alb, se înfășoară pe ax, apoi se surtează cu o flanșă.

Axul ce iese prin presetupă se îmbină prin cuplă și se continuă spre cutia de acționare. Uneori, se găsesc șuruburile de la cuplă rupte sau uzate. Pentru aceasta, se vor verifica bine toate șuruburile, iar în caz că sînt unele defecte se vor înlocui cu altele noi (M 12x25).

După ce toate piesele amintite mai sus au fost verificate, reparate sau înlocuite, pentru a fi siguri că nu a rămas murdărie, prădătură sau alte corpuri străine, ele trebuie spălate cu benzină de extracție, cu ajutorul unei pensule, într-o tavă, apoi se șterg cu o cârpă uscată.

După repararea pieselor și spălarea lor se vor monta la locul de montaj în ordinea demontării, ținîndu-se cont de cel mai important lucru, și anume: să se păstreze cu strictețe poziția pieselor una față de alta, montarea executîndu-se exact la semnale făcute pe piese înainte de demontare.

Pentru a vedea mișcarea și funcționarea corectă a transmisiei, se verifică dacă nu se blochează piesele și se vor face încercări manuale. Pentru aceasta se folosește un fier lat de 5x30, care se introduce între furcă și inel, se învîrte cu mîna într-un sens și apoi în altul. Se va urmări în acest timp ca cifrele de pe cadran, care trec prin fața vizorului, să corespundă cu poziția respectivă a selectorului.

3.7. Revizia cutiei cu dispozitivul de  
acționare la comutatoarele tip RS,  
și RSG<sub>2</sub> - R.F.B.

Revizia se execută după 5000 de comutări și cel puțin o dată pe an. Se recomandă ca această revizie să se execute odată cu revizia subansamblului ruptor.

Revizia se execută la locul de montare al dispozitivului de acționare de către o echipă specializată.

**ATENȚIE!** Transformatorul se scoate de sub tensiune, deconectându-se de la toate barele (de înaltă și medie tensiune).

3.7.1. În prima fază a reviziei se deconectează și alimentarea cutiei cu dispozitivul de acționare.

După deschiderea capacului cutiei de acționare se face, vizual, un control general și apoi se spală bine cu o pensulă cu benzină toate piesele, articulațiile, roțile dințate, întreruptoarele, contactele controlerului etc.

a) Se notează numărul de comutări efectuate pînă în momentul reviziei.

Prin acționare manuală cu ajutorul manivelei se verifică funcționarea corectă a controlului numărului de comutări și, dacă este necesar, se demontează controlul, se curăță și se unge cu ulei fin pentru mecanisme.

Totodată, în caz de neregularități se reglează pîrghia de antrenare.

De asemenea, prin acționare manuală de la poziția 1 spre poziția 19 și înapoi se verifică:

b) Poziția corectă a treptelor. Poziția unei trepte este corectă atunci cînd numărul treptei (de pe discul numerotat) se află în dreptul indicatorului, vizorului; cifra respectivă trebuie să coincidă cu cea din vizorul aflat sus pe capacul ruptorului.

c) Cu această ocazie se verifică diagrama circulației succesiunilor corecte de lucru a contactelor selectorului, inversorului și ruptorului (vezi anexa 3), precum și modul de egalizare pentru ambele sensuri de parcurs ale numărului de rotații suplimentare (libere) ale manivelei, conform metodologiei din anexa 5.

În caz de necesitate, se va proceda la reglajul corect, conform anexei 5.

**Notă.** Pentru trecerea de la o treaptă la cea următoare, alăturată, sînt necesare 12 rotații ale manivelei.

d) Se verifică, de asemenea, raportul de transformare și se măsoară rezistențele ohmice pe toate treptele, așa cum se arată la pct. 3.4.2.c și d.

e) Se verifică funcționarea corectă a blocajelor mecanice pe pozițiile extreme (treptele 1 și 19).

Dacă se constată jocuri mărite (în special între știfturile, penele de blocaj și orificiile lor) se vor executa lucrări de remediere.

f) Se verifică starea controlerului cu ajutorul manivelei, se acționează degetele cu role și se verifică funcționarea corectă și starea microîntreruptoarelor (fisurarea carcasei acestora sau slăbirea fixării lor). Dacă degetele cu role sînt uzate, se vor face verificări prin comutări repetate, asupra funcționării corecte și în caz de necesitate se vor înlocui.

g) Se verifică nivelul de ulei în cutia cu angrenajul diferențial și, dacă este necesar, se va completa (pe la bușonul superior).

h) Se verifică starea de uzură a articulațiilor, a lagărelor, a roților dințate și, în caz de necesitate, se execută remediile respective (pilirea și rectificarea dinților de la roțile dințate, eliminarea jocurilor mărite la lagăre, articulații ș.a.). Se gresază cu vaselină RUL 110 lagărele și articulațiile mobile.

j) La revizia tamburului de trepte se verifică dacă acesta se rotește uniform și dacă contactele calcă pe tambur. Se curăță, eventual, contactele și se verifică cu un inductor de 500 V rezistența de izolație față de masă.

i) Se verifică stringerea corectă și contactul sigur al conductoarelor în clemenele de șir (circuitele de comandă, protecție, semnalizare).

k) Se verifică starea de uzură a saboților frinei electromagnetice și, în caz de slăbire, se va regla prin stringerea șurubului de reglaj.

l) Se verifică în inductorul de 500 V rezistența de izolație a circuitelor și a electromotorului care nu trebuie să fie mai mică de 10 M $\Omega$  la 20°C.

m) Se verifică vizual cele trei contactoare și cele două butoane de acționare.

Cu întreruptorul de alimentare deschis, se curăță contactele (de urmele de arc și topiri) cu ajutorul unor pile fine cu hîrtie sticlă.

Se acționează manual contactoarele (Atenției nu se acționează manual, când întreruptorul este alimentat sub tensiune) și se urmărește poziția corectă a contactelor, simultaneitatea închiderii fazelor și dacă contactele calcă pe toată suprafața lor de lucru.

### 3.7.2. Faza a II-a a reviziei

Se închide întreruptorul general de alimentare de la rețea a dispozitivului de acționare.

Prin apăsarea butonului de acționare se va conecta electromotorul, acționând contactorul trifazic pe sensul respectiv de comutare.

Se execută următoarele verificări:

a) Dacă (în urma unor lucrări de revizie) există dubii privind sensul corect de rotire al electromotorului, atunci se aduce comutatorul pe treapta de mijloc (tensiunea nominală) și apoi se apasă pe butonul de acționare al sensului de parcurs dorit (spre trepte superioare de exemplu). Dacă sensul de rotire nu corespunde, se vor inversa două faze de alimentare a electromotorului la șirul de cleme. Se interzice schimbarea la cutie de borne a electromotorului.

b) Se verifică deblocarea acționării electrice prin introducerea manivelei de acționare manuală. La apăsarea pe butonul de acționare, electromotorul rămâne în repaus.

c) Se execută comutarea de la poz. 1 la 19 și invers, urmărindu-se oprirea corectă, pe fiecare treaptă, a cifrei respective în dreptul reperului și al vizorului.

În această ocazie se verifică starea lămpilor de semnalizare. Lampa de semnalizare "comutare" este prinasă la începutul comutării și se stinge la terminarea comutării unei trepte, iar în vizorul indicator "poziție normală" se poate observa culoarea neagră. Dacă lampa continuă să fie aprinsă și după terminarea comutării, acesta indică o stare de avarie.

De asemenea, se verifică și funcționarea corectă a frinei electromagnetice.

d) La aplicarea unui impuls, chiar dacă butonul de acționare este acționat continuu, se execută comutarea numai a unei singure trepte.

e) Se verifică sistemul de blocaj electric pe pozițiile treptelor extreme (1 și 19). Blocajul electric trebuie să acționeze înainte de blocajul mecanic, ceea ce trebuie verificat.

f) Se verifică funcționarea corectă a sistemului de acționare la distanță și de transmitere la distanță a poziției comutatorului în sala de comandă.

g) Se verifică aprinderea lămpii de semnalizare de "protecție" la anclanșarea întreruptorului de protecție (de alimentare a schemei).

h) Se verifică starea și funcționarea celor două rezistențe de încălzire, precum și a termostatlui aferent acestor rezistențe. Termostatul trebuie reglat pentru temperatura de  $+ 10 \div + 15^{\circ}\text{C}$ .

În perioada de iarnă, rezistențele de încălzire trebuie să funcționeze permanent.

i) Se verifică prezența tensiunii la prize auxiliare din cutia de acționare.

j) Se verifică funcționarea becului de iluminat din interiorul cutiei de acționare.

k) Se verifică timpul scurs din momentul aplicării impulsului de acționare electrică până la terminarea operației de comutare a unei trepte (circa 4-5 s).

l) În final se verifică și se remediază etanșitatea cutiei și capacului împotriva pătrunderii umidității, prafului, precum și sita găurii de ventilație pentru prevenirea condensului pe pereții interiori și pe piesele interioare.

m) De asemenea, se verifică și se remediază fixarea prin amortizoare (discuri de piele sau cauciuc) a cutiei de acționare pe peretele cuvei transformatorului.

Dacă se constată defecțiuni care nu pot fi eliminate la fața locului din cauza inaccesibilității pieselor din interiorul cutiei de acționare, atunci acesta se va demonta (prin degurubarea celor patru buloane ale transmisiei mecanice de la cutia de acționare la axul de transmisie spre comutatorul propriu-zis).

### 3.8. Repararea cutiei de acționare, fabricație R.P.B., tip RPM - 3

Repararea cutiei de acționare se execută în ateliere de specialitate, de regulă odată cu repararea transformatorului și necesită demontarea completă a cutiei în elementele componente, pentru recondiționarea sau înlocuirea acelor care au defecțiuni sau uzuri ce nu pot fi înlăturate la fața locului și nu mai permit funcționarea sigură și în bune condiții.



3.8.1. Demontarea și montarea cutiei de acționare și a axelor (elementelor) de transmisie se va executa totdeauna pe poziția tensiunii nominale a transformatorului (priza mediană a comutatorului).

Înainte de demontare, axul de cuplaj dintre cutia de acționare și comutator se va asigura împotriva rotirii.

3.8.1.1. Se demontează axul articulat dintre cutia de acționare și subansamblul ruptor-selector.

3.8.1.2. Se desface legăturile electrice de la cutie, după ce, în prealabil, au fost deconectate toate sursele de tensiune care alimentează cutia.

3.8.1.3. Se desface șuruburile care fixează cutia de placa-suport, prinse în consolă cu profile de oțel pe cuva transformatorului.

3.8.1.4. Se demontează lagărul frînă de pe capscul arborelui motor.

3.8.1.5. Se dezleagă conductele electrice de alimentare ale motorului.

3.8.1.6. Se desface șuruburile de fixare ale motorului de pe fundul cutiei, după care se poate trage motorul afară din deplasarea axială, în sens opus capătului exterior al arborelui motor pe care e fixată o roată dințată din material plastic.

3.8.1.7. Se desface șuruburile de pe tiranții distanțieri de fixare a plăcii cu contactele de semnalizare a poziției, de peretele posterior al cutiei, după care se poate trage complet afară placa.

3.8.1.8. După demontarea plăcii, devin accesibile și se pot demonta, în vederea reparării, angrenajele cu roți dințate, întieruptorul, contactoarele, butoanele de comandă, discul gradat, rezistența de încălzire, dispozitivul de trecere pe manevrare manuală, microînteruptoarele, controlerul ș.a.

Montarea la loc a elementelor demontate ca mai sus se face în ordine inversă demontării.

### 3.8.2. Verificări după reparații

După montarea completă a cutiei reparate, se face o revizie a ansamblului, conform pct. 3.7. Se va face cu o deosebită atenție verificarea legăturilor electrice și a corespondenței lor cu schema electrică în figura 31.

De asemenea, se va executa reglajul corect al cursei motorului de antrenare în raport cu momentul comutării și reglajul contactelor limitatoarelor electrice de cursă ale motorului de antrenare în cele două poziții extreme.

De asemenea, în plus față de verificările indicate cu ocazia reviziilor (pet.3.7.) se execută și următoarele:

- Se vor verifica toate strîngeriile cu șuruburi și asigurarea acestora. Nu au existat jocuri peste limitele admise.

- Sensul corect de rotire al electromotorului de acționare (vezi pet. 3.1.2.a.).

- Se va verifica funcționarea așoarei, fără frecări sau șocări, la acționarea manuală. Cășii montate în timpul unei comutări, în special în momentul acționării și a inversării (în plus față de selector), nu vor depăși 2,5-3 mm.

### 3.9. Repararea transmisiei dintre selector-ruptor și cutia de acționare la comutatorului de reglaj sub sarcină. Consistența lucrărilor

Repararea transmisiei se execută odată cu repararea celorlalte elemente componente ale comutatorului. Reparațiile se vor executa periodic, după 5000 comutări și apoi cel puțin o dată la 2 ani (cu prilejul reparării transformatorului).

Lucrările de reparare ale transmisiei se execută în atelier de către o echipă specializată.

#### 3.9.1. Lucrări de demontare și reparare

Pentru repararea transmisiei dintre cutia de acționare și subansamblurile selector-ruptor, se demontează cutia transmisiei (cu roți conice de obicei) de pe caruc transformatorului, după ce, în prealabil, s-a adus comutatorul pe poziția mediană (mijlocul deșurubării de reglaj, corespunzător tensiunii nominale), recomandată de fabricant și după ce s-au notat pozițiile relative ale subansamblurilor ce se cuplează și după aceste subansambluri, și anume selector-ruptor, cutia transmisiei și cutia de acționare se blochează contra rotirii prin blocaje corespunzătoare.

Apoi se procedează la demontarea elementelor (cuple, tije, axe) dintre cutia de acționare și subansamblurile selector-ruptor.

După demontare, aceste elemente și piese se spală bine cu o pensulă cu benzină.

Se rectifică apoi, cu ajutorul unei pile semirunde, roțile dîștate, din cutia transmisiei, fără demontare. În cazul în care nu s-a putut avansa, se poate

se vor demonta și înlocui cu altele noi.

Apoi roțile dințate se vor unge cu vasselină RUL-100, după care cutia de transmisie se montează la loc pe capacul cuvei transformatorului.

Pentru sincronizarea corespondenței între cutia de acționare și selector-ruptor, în cazul în care aceste subansambluri au fost demontate de transformator și transportate în atelier pentru reparație, se vor confecționa piese de cuplaj și transmisie, reglabile. Totodată se vor rectifica furcile pieselor de reglaj, înlocuind guruburile, dacă acestea sînt uzate și conduc la jocuri inadmisibile.

Curățirea prin spălarea cu benzină se va executa pentru toate piesele: furci, bare sau axe de acționare, guruburi etc.

### 3.9.2. Verificări după repararea și remontarea elementelor de transmisie, pe transformator

Asamblarea transmisiei se realizează prin racordarea tijelor de acționare de la cutia de acționare, prin cutia de transmisie cu angrenaje, pînă la selector-ruptor.

- După remontarea pe transformator, se va verifica dacă elementele transmisiei (axe, cuplaje, angrenaje ș.a.) funcționează corect, fără frecări mari, dacă au fost efectuate gresările și ungerea cu vaselină a punctelor indicate de fabricant (lagăre, angrenaje, cuplaje etc.).

- De asemenea, în mișcarea lor, elementele de transmisie nu sînt împiedicate de țevile de protecție, celiere de prindere și alte piese.

- Se va verifica montarea corectă a elementelor de transmisie, alinierea axelor cuplate, unghiul de deviație maxim admis față de poziția corectă a tijelor și axelor verticale sau orizontale.

- Se vor verifica stringerile cu guruburi, asigurările la cuplaje, jocurile dintre elementele asamblate (cuplaje, angrenaje) care nu vor depăși limitele admise.

- După toate aceste verificări se va controla sincronizarea funcționării corecte a tuturor subansamblurilor (ruptor-selector-inversor-cutie de acționare), cuplate prin elementele de transmisie și în acest sens se va trasa diagrama circulară, conform anexei 3.

De asemenea, se va măsura raportul de transformare pe toate ploturile, conform pct.3.4.2.d și rezistențele ohmice corespunzătoare, conform pct.3.4.2.c.

### 3.10. Pregătirea comutatorului de reglaj sub sarcină tip Jansen, pentru efec- tuarea transportului și transportul acestuia

#### 3.10.1. Pregătirea pentru transport

Transportul comutatoarelor de tip RS2 și RS2, inclusiv cutia dispozitivului de acționare, se efectuează odată cu transformatorul.

Se recomandă transportul separat al comutatorului propriu-zis, deoarece pentru evitarea umedirii și asigurarea conservării acestuia, este necesar să se construiască un dispozitiv special (o cută), pentru transport în ulei.

Operațiile pentru pregătirea transportului sunt următoarele:

a) Se aduce comutatorul cu dispozitivul de acționare în poziția de transport care în mod obișnuit este și poziția de reglaj a cinematicii ansamblului comutator-dispozitiv de acționare, și anume poziția prizei mediane (nominale); în această poziție se blochează împotriva rotirii în timpul transportului și se sigilează.

b) Se demontează releul de protecție RS loco și țeava de racord dintre conservator și comutator.

Se remontează în locul lor flanșe oarbe, prevăzute cu garnituri de cauciuc pentru etanșare.

c) La transformatoarele expediate, pline cu ulei (până la 200-300 mm sub capac) dar fără conservator, nivelul uleiului din camera ruptorului va fi coborât cu circa 100 mm, pentru a asigura o pernă de aer uscat pentru variațiile de volum ale uleiului, din această cameră în timpul transportului.

d) La transformatoarele expediate fără ulei, umplute cu azot sau aer uscat, camera ruptorului va fi golită complet de ulei.

e) Înainte de expediere, se va verifica etanșeitatea tuturor orificiilor, vanelor de la camera ruptorului (destinate pentru comunicație cu conservatorul, cu releul de gaze de la țeava de sifonare, bușoanele de aerisire ș.a.).

f) Se verifică documentația însoțitoare:

- buletinul de încercare;
- instrucțiunile suplimentare rezultate în urma reviziei sau reparației.

#### 4. MĂSURI SPECIFICE DE PROTECȚIE A MUNCII

4.1. Începerea executării reviziilor și reparațiilor la comutatoarele de reglaj sub sarcină, montate în instalații electrice, aflate în funcțiune, se va face cu respectarea cap.5, a cap.6 și a cap.19 din E.P.M. pentru instalații electrice ale M.E.E.

4.2. Folosirea uneltelor de lucru se va face cu respectarea articolelor 65-93, cap.3 din "Norme de protecție a muncii pentru instalații electrice" ale M.E.E., ediția 1982 și a articolelor 49-84 și 109-126 din "Norme de tehnica securității în instalații termomecanice".

4.3. Verificările efectuate cu instrumente și aparate portative se vor face cu respectarea articolelor 345-359, cap.15 din "Norme de protecție a muncii pentru instalații electrice", ale M.E.E., ediția 1982.

4.4. În afară de prescripțiile menționate mai sus, se vor respecta în mod obligatoriu și următoarele măsuri speciale:

4.4.1. La executarea reviziei raptorului se va bloca mecanic cutia de acționare și se va întreprinde circuitul electric de alimentare a motorului de acționare al comutatorului.

Pentru a evita acționarea electrică, se vor pune la tabelul de comandă și la cutia de acționare tăblițe de avertizare "Nu cuplați, se lucrează", iar pentru evitarea acționării manuale se va pune la cutia de acționare tăblița de avertizare "Nu manevrați, se lucrează".

Muncitorii care lucrează la rupTORUL comutatorului vor fi echipați, în mod obligatoriu, cu centuri de siguranță.

Pentru verificarea funcționării rupTORULUI este necesară acționarea manuală a comutatorului. Aceasta nu se va efectua decât la comanda muncitorului care execută verificarea ansamblului rupTOR.

4.4.2. Verificarea comutatorului după revizie se va efectua numai după ce muncitorii au fost îndepărtați din zona de lucru.

Acționarea manuală a comutatorului în timpul verificării se face de către un muncitor instruit, în prealabil, asupra modului de manevrare, a cutiei de acționare și numai la comanda persoanei care execută verificarea.

Muncitorul, la manevrarea cutiei de acționare, va fi echipat cu mănuși electroizolante și va sta pe podet electroizolant.

Executarea legăturilor și desfacerea acestora de la transformator și de la aparatele de măsură se vor face la comanda și sub supravegherea celui care execută verificarea.

4.4.3. Pentru repararea comutatorului în atelier se va confecționa un dispozitiv de susținere (de lucru), care să asigure executarea lucrărilor de reparații în condiții de securitate a muncii. Verificarea comutatorului de reglaj sub sarcină după reparare se va executa cu respectarea condițiilor menționate la pct.4.4.2.

În mod deosebit, la verificarea comutatorului în atelier, se va avea grijă să se delimiteze zona de lucru cu bandă roșie, se va supraveghea să nu pătrundă nici un muncitor în această zonă, aplicându-se din loc în loc plăcuțe avertizoare, cu inscripția: "Nu treceți, înaltă tensiune, pericol de moarte!".

## 5. FORMATII DE LUCRU, NORME DE TIMP, MATERIALE

Formațiile de lucru prevăzute în fișele de norme sînt mixte, încadrate cu muncitori de diferite specialități și categorii de încadrare, în raport cu specificul operațiilor tehnologice. Astfel, pentru revizia și verificarea după revizie a ruptorului, s-a prevăzut o formație de cinci muncitori, și anume:

- un electrician categoria 8;
- un electrician categoria 7;
- un lăcătuș categoria 7;
- un lăcătuș categoria 5.

Pentru revizia subansamblului selector-inversor și verificarea după revizie a acestuia s-a prevăzut o formație de șase muncitori, și anume:

- un electrician categoria 8;
- un electrician categoria 7;
- un electrician categoria 5;
- un lăcătuș categoria 7;
- un lăcătuș categoria 5;

La revizia dispozitivului de acționare, formație de lucru este de trei muncitori, și anume:

- un electrician categoria 7;

- un electrician categoria 3;
- un lăcătuș categoria 7.

Formațiile de lucru pentru repararea comutatoarelor în atelier cuprind specialități și categorii mai multe, lucrările fiind complexe.

Normele de timp sînt orientative și sînt stabilite în ipoteza că formația de lucru se găsește la locul de instalare sau depozitare al comutatorului, iar accesul este imediat accesibil.

În consecință, la întocmirea devizelor de revizii se va ține seama de mijloacele de transport și de timpul necesar deplasării formației de lucru la locul de instalare sau depozitare a comutatorului, precum și de timpul de așteptare pentru luarea măsurilor tehnice și organizatorice, conform "Normelor de protecție a muncii pentru instalații electrice" ale M.E.R., ediția 1982.

Materialarele, sculele și dispozitivele cuprinse în fișele de normare nu sînt limitative, nici cantitativ și nici cu sortimente.

Listele pot fi îmbunătățite, sortimentele și cantitățile de materiale, scule și dispozitive fiind aliniate.

## 5. ÎNCHEIEREA LUCRĂRILOR

După executarea lucrărilor de revizii și reparații și în urma efectuării măsurărilor prescrise se completează buletinul de revizie (reparare), conform modelului de anexă 9, cu rezultatul măsurărilor efectuate, lucrările executate și concluzia asupra stării comutatorului, după efectuarea reviziei (reparației).

În cazul reparării comutatoarelor în atelier, după efectuarea verificărilor finale ale transformatorului, se completează un buletin de încercare, conform modelului din anexă 9.

Buletinele, întocmite în două exemplare, se semnează de către executantul lucrării și de către șeful de tură din stație (centră). Un exemplar din buletin rămîne la stație (centră) în care se află montaj comutatorului, iar al doilea exemplar se depune la dosarul tehnic al transformatorului.

Lucrările se încheie cu respectarea condițiilor prevăzute de articolul 208-209 din "Normele de protecție a muncii pentru instalațiile electrice" ale M.E.R., ediția 1982.

ANEXA 2 (continuare)

C	I	ANEXA 2 (continuare)			
		2	3	4	5
20	Controlul vizual al stării și montajului corect al tuturor pieselor	X	X		
21	Controlul montării cutiei dispozitivului de acționare	X	X		
22	Verificarea sensului corect de rotire al servomotorului	X	X		
23	Verificarea nivelului corect de ulei în cutia de angrenaje	X	X		
24	Verificarea circuitelor de comandă	X	X		
COMUTATOR CU DISPOZITIV DE ACȚIONARE					
25	Verificarea umplerii cu ulei de calitate corespunzătoare	X	X		
26	Verificarea montării corecte a releei de protecție a ruptorului	X	X		
27	Verificarea legăturii la masă	X	X		
28	Verificarea funcționării releei de protecție a ruptorului	X	X		
29	Verificarea etanșeității camerei ruptorului	X	X		
30	Verificarea numărului de fabricație pe toate elementele comutatorului	X	X		
31	Verificarea sensului corect de rotire al servomotorului	X	X		



ANEXA 1 (continuare)

1	2	3	4
32	Verificarea funcționării corecte a acționării manuale a comutatorului	x	
33	Verificarea raportului de transformare	x	
34	Verificarea cinematicii corecte a contactelor selectorului, inversorului și ruptorului	x	
35	Verificarea simultaneității funcționării comutatorului	x	
36	Măsurarea rezistenței de izolație, coeficientul de absorbție, tangenta unghiului de pierderi a înfășurării, tangenta unghiului de pierderi a uleiului	x	

Oscilografierea timpilor de lucru  
ai contactelor principale și auxi-  
liare ale ruptorului

Oscilografierea timpilor de lucru ai contactelor principale și auxiliare ale ruptorului permite controlul funcționării corecte a contactelor, starea de uzură a suprafețelor sau alte defecțe ale părților mecanice, manifestate prin modificarea cinematicii întregului mecanism.

Rezultatele obținute trebuie comparate cu valorile indicate în buletinul fabricii furnizoare, față de care abaterile nu vor depăși limitele admise.

Astfel, de exemplu la comutatoarele fabricate de întreprinderea Vassil Kolarov - R.P.B. se indică oscilografierea timpilor de lucru după 3000 comutări, dar nu mai târziu de 5 ani, limitându-se timpul de punte (de gunțaro a celor două prize succesive între care se execută comutarea) la minimum 0,002 s, pe cînd firma Reinhausen indică peste 0,01 s.

Schema pentru oscilografierea diagramei de timp a succesiunii de funcționare a contactelor ruptorului la un comutator tip RSG<sub>2</sub> Vassil Kolarov este arătată în

figura 25, iar în figura 26 se arată forma tipică a unei oscilograme la un asemenea ruptor.

Pentru realizarea schemei, se execută legăturile 31 A - 32 A; 31 B - 32 B; 31 C - 32 C; pe cele trei faze între contactele principale fixe, pare și impare, ale fiecărei faze, apoi de la fiecare fază se execută legături la buclele oscilografului.

La unele tipuri de comutatoare (RSG<sub>2</sub> - RSG<sub>3</sub> - Vassil Kolarov; Elin) accesul la contactele ruptorului se realizează numai prin demontarea capacului ruptorului fără demontarea și extragerea ruptorului din cuva lui.

La alte tipuri de comutatoare (tip F, D, M, Reinhausen) pentru realizarea schemei în vederea oscilografierii, este necesar a se extrage ruptorul din cuva lui pentru a avea acces la contactele acesteia.

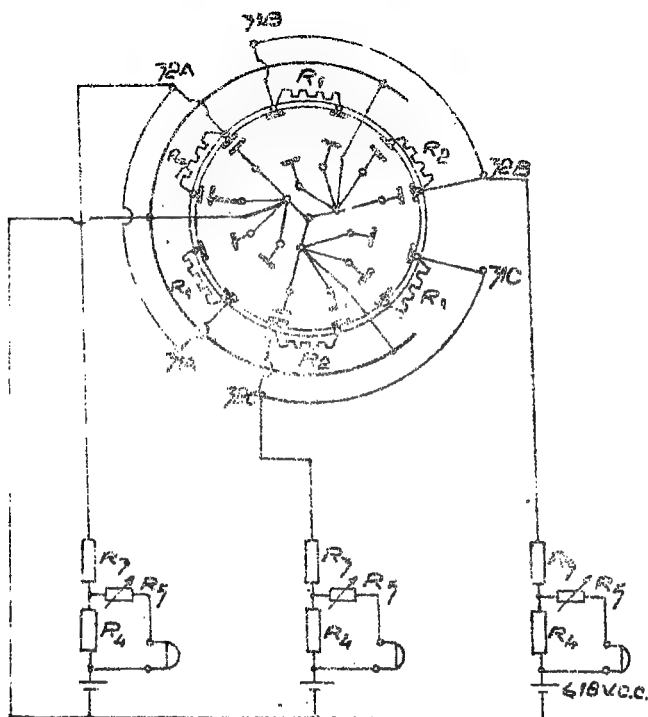


Fig.25. Schema pentru oscillografierea diagramei de timp a succesiunii de funcționare a contactelor ruptorului:

$R_1, R_2$ —rezistențe interioare limitatoare ale ruptorului;  $R_3, R_4, R_5$ —rezistențe exterioare pentru ajustarea curentului prin buclele oscilografului.

Observație: Se vor folosi bucle de 3000 Hz.

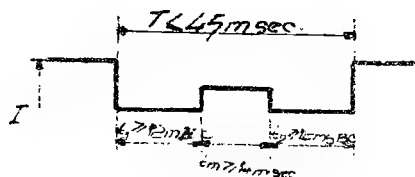


Fig.26. Diagrama tipică de timp a unui ruptor  $\text{RSG}_2$  (oscilogramă):

$T$ -timpul de comutare a ruptorului;  
 $t_1$ -timpul de deschidere a contactului  
 de lucru pînă la scurtcircuitarea ce-  
 lor două prize alăturate;  $t_m$ - timpul  
 de punte (de menținere în scurtcircuit  
 a celor două prize alăturate între ca-  
 re se face comutarea);  $t_2$ -timpul scurs  
 de la tensiunea punții pînă la închide-  
 rea celui de-al doilea contact de lucru  
 al ruptorului.

Verificarea diagramei circulare a  
întregului ansamblu comutator (rup-  
tor, selector, inversor) cu mecanism  
de acționare și eliminarea abaterilor  
nepermise

În acest sens se poate proceda, după cum urmează:

3.1. În cazul în care există acces la contactele ruptorului, respectiv la conexiunile selectorului cu ruptorul (la montarea în fabrică sau cu ocazia reviziei-  
lor și reparațiilor capitale - cu golirea parțială a  
alezului din cuvă), diagrama circulară se verifică  
conform schemei din figura 17, cu ajutorul unor lămpi  
electrice, în curent continuu. Această diagramă se poa-  
te verifica și cu ajutorul unui oscilograf.

Lămpile de semnalizare  $L_1$ ,  $L_2$  indică momentul  
deschiderii și închiderii contactelor selectorului. În  
timp ce momentul funcționării ruptorului este indicat  
prin aronotul pe care îl produce în momentul funcționă-  
rii.

Verificarea se efectuează pentru toate ploturile  
comutatoarelor și pentru ambele sensuri de rotire ale  
acestora.

Momentele funcționării contactelor se înregistrează  
ca număr de rotații ale manivelei de acționare  
mensurală sau număr de rotații ale arului de transmisie.

Momentul inițial de relaxanță se consideră pozi-  
ția plotului de care se începe verificarea, poziție  
verificată prin acționarea electroconductorului de acționare  
și indicată corect după apariția acestuia, în vârfurile  
dispozitivului de acționare.

Exemplul unei diagrame circulare, obținute la un  
comutator de reglaj în sarcină la comutarea unor plotu-  
ri, este dat în figura 18.

Numărul de rotații, obținut în succesiunea func-  
ționării contactelor selectorului, inversorului (respec-  
tiv reselectorului) și ruptorului, trebuie să corespun-  
dă valorii din buletinul comutatorului în limita aba-  
terilor admise.

În mîd deosebit se va respecta numărul minim de  
rotații de la realizarea contactului selectorului pe  
prima de numără a prelucrarilor de sarcină și pînă  
la acționarea ruptorului (de exemplu la comutatoarele  
Reinhansen ML-800, DIII-500 ș.a., numărul minim de ro-  
tații ale manivelei de acționare, respectiv ale arbore-

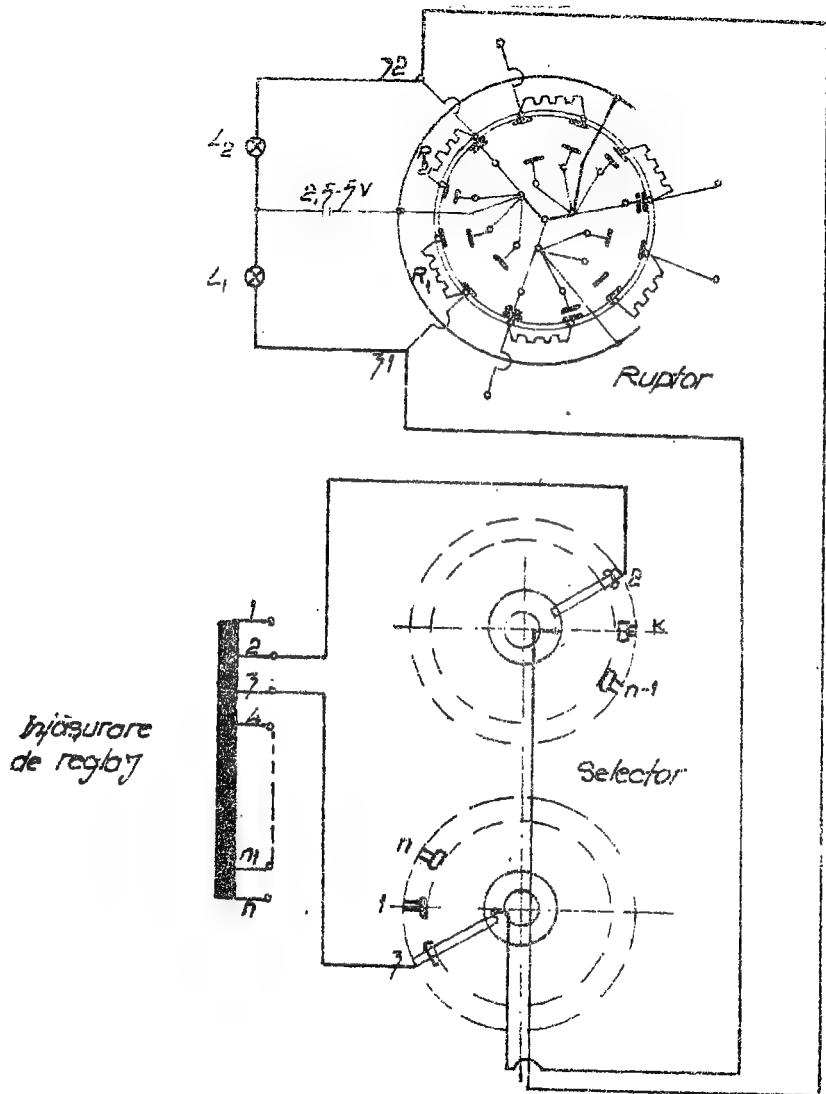


Fig.27. Schema electrică pentru verificarea diagramei circulare a unui comutator de reglaj în sarcină.

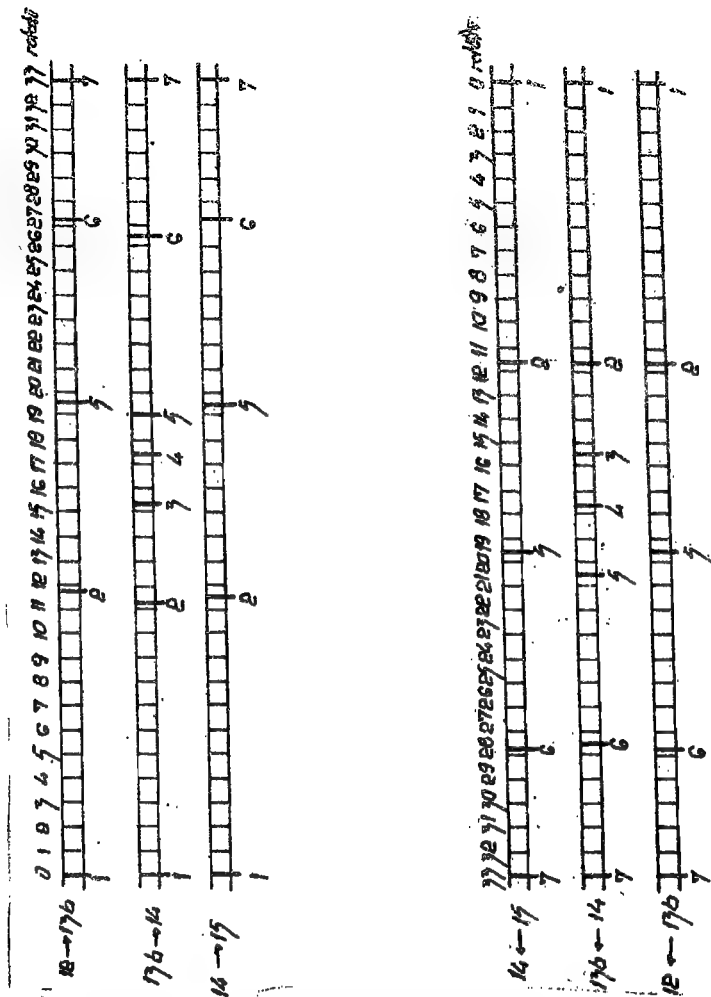


Fig.28. Diagrama circulară a unui comutator de reglaj în sarcină tip Jansen:

1-începerea rotirii dispozitivului de acționare (pornirea electromotorului de acționare);  
 2-deschiderea contactului selectorului; 3-deschiderea contactului preselectorului (inversorului); 4-închiderea contactului preselectorului; 5-închiderea contactului selectorului; 6-acționarea ruptorului; 7-tensiunea comutării (oprirea electromotorului de acționare).

lui exterior de transmisie între dispozitivul de acționare și capul de comandă al comutatorului este de circa 6-7 rotații).

De asemenea, se va respecta numărul minim de rotații (la tipurile M-300, P M-500 ș.a., Reinhausen, cel puțin 4) între momentul funcționării ruptorului și momentul opririi rotației axului vertical de transmisie (respectiv a manivelei de acționare sau servomotorului de acționare).

Comutarea de pe o priză pe alta (pe toate cele trei faze) trebuie să fie terminată totdeauna puțin înainte (o rezervă suficientă) de momentul opririi dispozitivului de acționare (servomotor).

Orice abatere anormală înregistrată în fabrica furnizoare, trebuie analizată, stabilită cauza și măsura de înlăturare.



Uscarea comutatoarelor de  
de rețea la sarcină

Tehnologia de uscare a comutatoarelor de rețea în sarcină trebuie să respecte în primul rând instrucțiunile fabricantului.

În general, în cadrul tehnologiei trebuie respectate o serie de reguli și principii, pentru a nu produce deteriorarea unor piese izolante mai ales dacă sînt foarte umezite (tije, lungeleane, barete, cilindrii, tuburi din pertinax - material stratificat).

Cele mai importante reguli și principii sînt următoarele:

4.1. Uscarea cu aer cald și vid într-o cuvă (uscător) specială

Aerul uscat este încălzit pînă la  $100^{\circ}\text{C}$  maximum, cu o viteză ce nu va depăși  $10^{\circ}\text{C}$  pe oră.

În continuare se aplică progresiv un vid pînă la 5 mm Hg timp de 48-72 ore.

Apoi se scade temperatura pînă la  $50-60^{\circ}\text{C}$ .

Se menționează, că la un vid înaintat (sub 1-2 mm Hg), la scăderea temperaturii sub  $60^{\circ}\text{C}$  este posibil să apară fenomenul de înghețare a umidității între straturile de hirtie bachelizată a elementelor din pertinax și deteriorarea prin desprinderea straturilor.

Trebuie evitată o uscare bruscă cu aplicarea simultană a unei temperaturi înalte și a unui vid înaintat care poate conduce la deteriorarea izolanților stratificați prin fisurare și desprinderea straturilor.

4.2. Dacă uscarea camerei ruptorului se execută sub vid înaintat (30-100 mm Hg presiune remanentă) pe transformator, la tipurile unde instrucțiunile specifică această metodă (Elin, Reinhausen) este necesar a se lua măsuri specifice pentru a nu solicita la vid camera ruptorului.

Aceste măsuri trebuie luate și la umplerea cu ulei sub vid a transformatorului.

La comutatoarele fabricate de firma Elin, se cere înlocuirea capacului ruptorului pe durata uscării sub vid în cuva proprie cu un capac gros de oțel de 8 mm.

La comutatoarele fabricate de firma Reinhausen, este necesar ca să se execute vid concomitent în camera ruptorului și în cuva transformatorului (se va desprinde robinetul de pe țeava de legătură dintre cuva

ANEXA 4 (continuare)  
 ruptorului și cuva transformatorului sau dacă e asemenea  
 țevă nu există se va monta - vezi schița din figura 29.

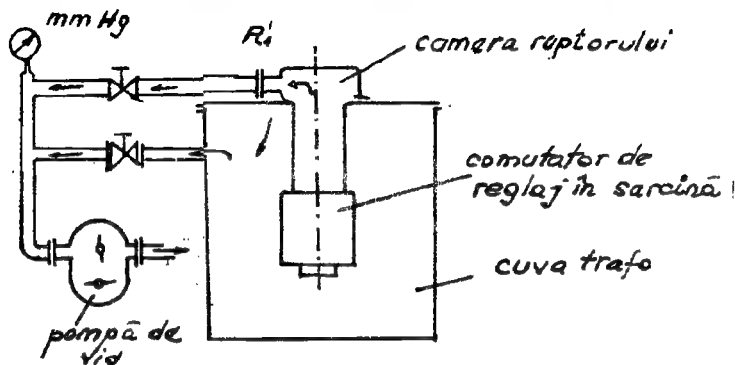


Fig.29

După uscare, nu se permite manevrarea comutatorului decât după impregnarea cu ulei a acestuia (scufundarea eventuală în ulei).

De asemenea, după uscare se vor verifica toate strîngerile și fixările pieselor pe piesele izolante, deoarece prin uscarea elementelor izolante stratificate este posibil să se fi produs jocuri.

Verificarea cuplării corecte a dispozitivului de acționare cu comutatorul și egalizarea, pentru ambele sensuri de parcurs, a treptelor de reglaj, a numărului de rotații dintre momentul funcționării ruptorului și momentul opririi dispozitivului de acționare.

Comutarea (funcționarea ruptorului) trebuie să fie terminată totdeauna înainte de oprirea dispozitivului de acționare, a servomotorului.

Pentru această verificare se procedează în modul următor:

5.1. Se aduce comutatorul cu ajutorul dispozitivului de acționare în poziția de reglare care se indică în mod obișnuit în documentație și în instrucțiunile fabricantului (în general este poziția plotului median).

5.2. Cu ajutorul manivelei de antrenare manuală se rotește comutatorul spre treapta următoare, până ce lucrează ruptorul (se aude zgomot specific).

Se continuă rotirea manivelei, înregistrând numărul de rotații, până ce indicatorul mecanismului de acționare indică poziția corectă (indicația din vizorul de pe cutia dispozitivului de acționare) a treptei următoare.

5.3. Se rotește acum manivela de acționare în sens invers, până ce lucrează ruptorul. Se continuă rotirea manivelei în același sens, până ce indicatorul dispozitivului de acționare indică corect poziția treptei (care este cea de la care s-a plecat la începutul operației - pct. 4.1.) înregistrând numărul de rotații.

5.4. Dacă diferența de număr de rotații înregistrată în cele două sensuri este mai mare de o rotație, se efectuează egalizarea și în acest scop se decuplează arborele de transmisie de la dispozitivul de acționare, apoi cu ajutorul manivelei se rotește numai dispozitivul de acționare cu jumătatea diferenței numărului de rotații în sensul în care s-a obținut un număr de rotații mai mare.

Apoi se recuplează dispozitivul de acționare cu arborele de transmisie.

În figura 3e se exemplifică o asemenea opera-

ANEXA 5 (continuare)  
 tie de egalizare. Este foarte important ca între momen-  
 tul funcționării ruptorului și momentul opririi servo-  
 motorului să existe o rezervă de 3-4 rotații în cazul  
 comutărilor Reinhausen, Vassil Kolarov.

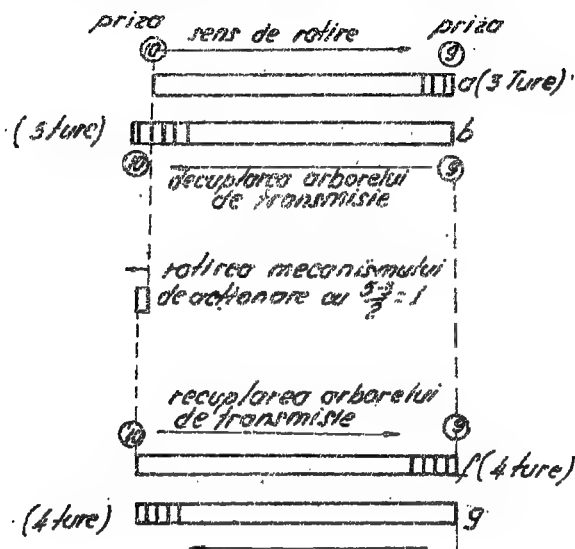


Fig. 30 Egalizarea numărului de rotații ale mecanismu-  
 lui de acționare.

### 1.1. Verificări în atelierale de reparații după efectuarea reparațiilor la comutatoarele de reglaj în sarcină

Se va verifica dacă toate subansamblurile și elementele de transmisie au același număr de fabricație. De asemenea, se va verifica, dacă dispozitivul de acționare, ruptorul și selsetorul sînt blocate pe aceeași poziție, de obicei poziția prizei mediane, care reprezintă poziția în care se assemblează tot comutatorul și dispozitivul de acționare pe transformator și pe care se execută reglajul corect al cinematicii.

#### 1.1.1. Subansamblul ruptor și rezistențele de limitare

a) controlul plombelor și blocajelor corecte pe poziția indicată în documentație pe timpul transportului și apoi al asamblării subansamblurilor în poziția corectă;

b) controlul vizual al montării corecte și al integrității tuturor pieselor ruptorului, în special membranei de protecție și al vizorului, dacă aceste elemente sînt prevăzute în construcția ruptorului, precum și al cuvei de pertinax (al izolatorului-suport de porțelan, să nu existe fisuri ș.a.) la ruptoarele sistem dr. Jansen. Se atrage atenția că în cadrul procesului de uscare și umplere sub vid al transformatorului pe care s-a montat comutatorul de reglaj în sarcină, unele camere ale ruptoarelor sistem dr. Jansen, nu rezistă la vidul impus de tehnologia de umplere sub vid sau uscare în cuvă proprie și în acest sens se vor respecta instrucțiunile fabricantului.

Astfel, la comutatoarele de fabricație Reihnansen, este necesar ca vidul să fie efectuat atît în cuva transformatorului cît și în cuva ruptorului. În anexa 4, se indică tehnologia de uscare a comutatoarelor de reglaj în sarcină. După uscare nu este permisă a manevra comutatorul decît după o imersare a acestuia în ulei. Înainte de umplere cu ulei nou a cuvei ruptorului, atît cuva cît și ruptorul se vor spăla cu jet de ulei nou, cald, pentru a îndepărta toate impuritățile. Apoi se va clăti cu ulei nou și se va scurge acesta. După montarea ruptorului în cuva sa, se va umple cu ulei nou avînd o rigiditate de minimum 200 kV/cm;

c) controlul strîngerilor și al asigurării tuturor

## ANEXA 6 (continuare)

îmbinărilor, buloane, piulițe, în special după uscare;

d) controlul etanșeității, lipsa scurgerilor de ulei, probă de lot, la 0,6 atm, cu ulei la 100°C;

e) verificarea presiunii contactelor cu ajutorul dinamometrului sau cu alte metode.

Valorile medii măsurate vor corespunde instrucțiunilor fabricii și se vor compara cu cele înscrise în buletinul fabricii constructoare. Abaterea minimă va fi de  $\pm 10\%$  față de valoarea medie.

În mod obișnuit, valorile se situează între 9-15 kg la contactele auxiliare și 30-45 kg la contactele principale.

Presiunea de contact se măsoară în momentul deschiderii contactului care se determină prin stingerea unui bec electric, înscris în circuitul de control sau prin eliberarea unei foi de hirtie de 0,1 mm grosime sau a unei lamele spion introduse între contacte sau cu ajutorul unui dinamometru care determină momentul începerii deschiderii contactelor.

0 presiune insuficientă conduce la mărirea rezistențelor de contact și la încălzirea excesivă a acestora.

0 presiune exagerată conduce la uzura mecanică a contactelor (care în mod obișnuit au frecări în momentul funcționării), a arcului elastic și creșterea eventuală a momentului rezistent și deci suprasolicitarea dispozitivului de acționare;

f) verificarea rezistențelor de contact;

La comutatoarele cu rezistențe de limitare și cu acționare rapidă a ruptoarelor, valoarea rezistenței de contact este de ordinul  $\leq 125 \mu\Omega$ .

Abaterea față de valoarea medie nu trebuie să fie mai mare de  $\pm 25\%$  și față de buletinul fabricii.

Pentru măsurători se poate folosi metoda Volt-ampermetru de clasă 0,5, și anume un ampermetru de loca și un milivoltmetru de 1000 mV sau o punte dublă de măsură Thomson, corespunzătoare;

g) verificarea cinematicii contactelor principale și auxiliare ale ruptorului se execută la comutatoarele cu rezistențe de limitare și acționare rapidă, sistem dr. Jansen, prin oscilografieri, conform metodei indicate în anexa 2.

Succesiunea și timpul de lucru al contactelor va corespunde instrucțiunilor fabricii de comutatoare și buletinului eliberat de aceasta. În general timpul de lucru sînt de ordinul zecilor de milisecunde, încadrînd-

du-se în limitele 30-55 ms.

ANEXA 6 (continuare)

Se va verifica totodată cursa contactelor mobile (în mm de deplasare).

Se vor controla legăturile flexibile (lițate), care nu trebuie să împiedice piesele în mișcare.

Se va verifica poziția corectă de lucru a contactelor principale și auxiliare în timpul mișcării și în repaus, după un număr de 100 comutări.

Succesiunea și timpii de lucru ai contactelor, cursa contactelor mobile, abaterile maxime admise vor corespunde indicațiilor fabricii constructive.

Se va verifica totodată cursa contactelor mobile (în mm) care trebuie să se încadreze în limitele admise de fabrica constructoare;

h) se va verifica rigiditatea dielectrică a uleiului care trebuie să fie minimum 200 kV/cm;

i) se va verifica starea rezistențelor de limitare, strângerea și asigurarea capetelor acestora.

Se va măsura valoarea rezistențelor (de ordinul 5-15 ohmmi) care nu va diferi cu mai mult de 10% față de cea indicată în buletinul fabricii (la revizii, în exploatare 10%).

#### 1.1.2. Subansamblul selector și inversor sau preselector

a) Controlul poziției plombelor, siguranțelor și blocajelor în poziția de transport și apoi în etapa de asamblare cu ruptorul în poziția corectă, în care scop, o serie de siguranțe și blocaje împiedică schimbarea poziției selectorului comutatorului, până în momentul asamblării corecte cu ruptorul.

NOTĂ. Acest punct se referă la un comutator nou, în cazul înlocuirii complete a comutatorului defect.

În documentația de însoțire, fabricantul indică, de obicei, poziția de transport și de blocaj a selectorului (în mod obișnuit este poziția medie (nominală) a prizei).

b) Controlul vizual al stării selectorului și inversorului sau preselectorului, al integrității pieselor, în special al celor izolante din pertinax (longeroanele percontacte fixe, cilindrii de pertinax) care pot prezenta fisuri sau alte deteriorări.

De asemenea, se va controla montarea corectă a pieselor selectorului. Aceste verificări se vor efectua și după operația de uscare a selectorului, comutatorului

## ANEXA 6 (continuare)

care a stat în aer liber mai mult de 10 ore, deoarece pot apărea defecțiuni, în special fisuri în piesele de pertinax.

c) Verificarea stringerilor și asigurării tuturor pieselor, în special a contactelor și a legăturilor prize-lor înfășurării de reglaj. La unele comutatoare de fabricație mai vechi, VEM, Elin sau Vassil Kolarov, contactele fixe și uneori și contactele mobile ale selectorului sunt fixate pe baretele (longeroanele) de pertinax prin stringere, realizând o frecare care să nu permită deplasarea prin alunecare a contactului pe suprafața de pertinax.

După operația de uscare, executată înainte de montaj, iar mai târziu și în exploatare după ani de funcționare, este posibil ca pertinaxul supus la o temperatură ridicată (în aer în timpul uscării în cuptor sau în exploatare în uleiul încălzit la 80°C datorită sarcinii transformatorului) să-și micșoreze grosimea sau diametrul baretei de pertinax și, ca urmare, contactele pot aluneca și pot să se deplaseze din poziția lor.

Ținând seama de cele de mai sus, este necesar ca stăt după uscare cit și după un timp de exploatare (8 ani) să se verifice stringerile și fixarea rigidă a contactelor selectorului pe baretele de pertinax, precum și poziția corectă a acestor contacte pe longeroane de barete de pertinax, pe care sunt fixate.

Se atrage atenția că, în exploatare, au avut loc avarii, ca urmare a deplasării contactelor selectorului pe baretele de pertinax pe care erau fixate. Cu această ocazie se va verifica și starea lipiturilor papucilor legăturilor flexibile.

Aceste verificări se vor efectua și după operația de uscare a selectorului.

d) Se va verifica montarea corectă în poziție verticală a selectorului (selector asamblat cu ruptor).

e) Se va verifica montarea corectă a legăturilor de la prizele înfășurării de reglaj la contactele fixe ale selectorului, inversorului sau preselectorului.

Aceste legături trebuie să fie izolate, suple și un minimum de buclă, astfel încât să nu se solicite la tracțiune longeroanele de pertinax port contacte fixe ale selectorului, inversorului sau preselectorului.

Verificarea în acest sens constă în a desface prin sondaj legăturile prizelor la contactul fix și a observa dacă fiind libere acestea rămân lipite de contactul fix sau se îndepărtează la o distanță mare-peste



10-30 mm.

De asemenea, aceste legături vor fi amplasate astfel, încât să nu împiedice mișcarea inversorului sau preselectorului, în special la capetele cursei.

f) Verificarea prin sondaj a presiunii la contacte. Acestea se situează la comutatoarele sistem dr. Jansen, folosite de IEPC în domeniul 5-7,5 kg. Abaterăa admisibilă față de valoarea medie nu va depăși ± 10%. Această verificare se execută la fiecare comutator prin sondaj, la câteva contacte ale selectorului și inversorului sau preselectorului.

g) Verificarea rezistențelor de contact. Acestea se situează în domeniul 500-1000  $\Omega$ . Valorile măsurate nu se vor abate cu mai mult de 25% față de cele indicate în buletinul fabricii și față de valoarea medie măsurată.

Verificarea se execută prin metoda volt-ampmetru de clasă 0,5 sau punte dublă Thomson ca și la ruptor (vezi pct. 1.1.1.e).

h) Verificarea vizuală a cinematicii contactelor selectorului, inversorului sau preselectorului.

După oprirea contactelor în poziție de lucru, la toate dispozitivele și în ambele sensuri de rotire, chiar după 100 de comutări, contactele mobile vor cădea simetric (axial) pe contactele fixe și pe toată suprafața acestora.

i) Verificarea cinematicii contactelor selectorului, inversorului sau preselectorului prin înregistrarea diagramei circulare pentru fiecare fază de comutator în parte.

Metodologia de înregistrare a diagramei circulare pentru ansamblul comutatorului (ruptor, selector și inversor sau preselector) este arătată în anexa 3.

Această diagramă se execută în mod obișnuit după montarea întregului comutator, inclusiv a dispozitivului de acționare.

Diagrama circulară înregistrată trebuie să corespundă cu cea indicată în buletinul fabricii constructoare în limita valorii indicate de aceasta în instrucțiuni.

Se menționează că la unele comutatoare, ca de exemplu la tipul D, fabricat Reinhausen, trasarea acestei diagrame este dificilă în cazul în care nu există acces la selector (eventual prin fereastra de vizitare). La comutatoarele de fabricație Vassil Kolarev RS<sub>2</sub>-RS<sub>3</sub>-RSC<sub>2</sub>-RSC<sub>3</sub>, la cele de fabricație Elin și la tipul M, fabricat

## ANEXA 6 (continuare)

Reinhausen, diagrama circulară poate fi înregistrată fără a necesita vizitarea selectorului, așa cum se indică în anexa 3.

### 1.1.3. Subansamblul dispozitiv de acționare

a) Verificarea numărului de fabricație care trebuie să corespundă cu celelalte subansambluri (ruptor, selector ș.a.) ale comutatorului, de asemenea se verifică sigiliul și poziția pe care a fost blocat pentru transport, dispozitivul de acționare, poziție ce trebuie să corespundă cu cea pe care au fost blocate pentru transport și celelalte subansambluri (ruptor, selector ș.a.).

Se face verificarea circuitelor de comandă, protecție, semnalizare și asigurarea strângerii legăturilor acestora la clemele de gir.

Legăturile electrice vor corespunde cu schema electrică proiectată.

Verificarea se execută cu un inductor de 500 V.

De asemenea, se verifică rezistența de izolație între circuitele independente și față de masă cu un inductor de 500 V care nu va fi mai mică de  $10\text{ M}\Omega$  la  $20^\circ\text{C}$ .

b) Se controlează vizual starea și montajul corect al tuturor pieselor componente din cutia dispozitivului de acționare.

c) Se verifică montajul corect al cutiei cu dispozitivul de acționare pe cuva transformatorului. Fixarea pe cuvă se va face prin intermediul unor piese elastice care să împiedice transmiterea vibrațiilor (în special la solicitările la scurtcircuit brusc al transformatorului), pieselor sensibile (relee ș.a.) din interiorul cutiei.

Se verifică poziția corectă de fixare pe cuvă, astfel încât axul și sistemul de transmitere al mișcării de la dispozitivul de acționare să fie alineat cu capul de acționare al comutatorului.

Totodată se verifică etanșeitățile cutiei și a capacului împotriva prafului, ploii, precum și ventilația necesară pentru evitarea condensării umidității.

d) Se verifică sensul corect de rotire al servomotorului. În acest scop, manual cu manivela se aduce comutatorul în poziția prizei mediane și apoi se acționează comanda servomotorului. Dacă sensul nu corespunde se inversează două faze ale electromotorului. Se va verifica totodată simultaneitatea închiderii

## ANEXA 6 (Continuare)

celor trei faze ale intreruptoarelor de alimentare și a contactelor pentru ambele sensuri de rotire.

Funcționarea corectă a contactoarelor, intreruptoarelor, este împiedicată uneori de ancrasarea sau ruginierea armăturilor magnetice ale acestora, în care caz trebuie curățat cu benzină de extracție și polizare.

e) Se verifică nivelul corect de ulei în cutia angrenajă.

f) Se verifică funcționarea rezistențelor de încălzire și termostatul care va fi fixat pe poziția + 10°C.

g) Se verifică funcționarea corectă a circuitelor de comandă, protecție, semnalizare (fig. 31 și 32) și anume:

g<sub>1</sub> - dacă impulsul electric de comandă acționează comutarea unei singure poziții, după care comutatorul se oprește;

g<sub>2</sub> - dacă dispozitivul de acționare lucrează corect pe toate pozițiile comutatorului și că în ambele sensuri se oprește corect în dreptul indicatorului de poziție, cu o abatere (datorită jocurilor însumate) minimă admisibilă.

În mod special, se verifică starea și modul de funcționare al microintreruptoarelor de poziție și de blocare electrică pentru pozițiile extreme. De asemenea, se verifică modul corect de funcționare al sistemului de frinare pe poziții;

g<sub>3</sub> - dacă dispozitivele de blocare electrică și mecanică pe pozițiile extreme funcționează corect și în limitele indicate (ca număr de rotație a axului de ieșire de exemplu) în buletinul sau instrucțiunile fabricii.

Verificarea funcționării corecte a sistemului de blocaj electric se execută abia, după ce s-a verificat manual funcționarea corectă a sistemului de blocaj mecanic;

g<sub>4</sub> - funcționarea sistemului de acționare de la distanță (din camera de comandă).

La unele tipuri de comutare se verifică totodată sincronizarea dispozitivelor de acționare cu indicatorul de poziție de pe capșul comutatorului, pentru toate pozițiile și în ambele sensuri de rotație;

g<sub>5</sub> - funcționarea sistemului de transmitere la distanță (în camera de comandă) a poziției comutatorului pe toate ploturile și în ambele sensuri de parcurs;

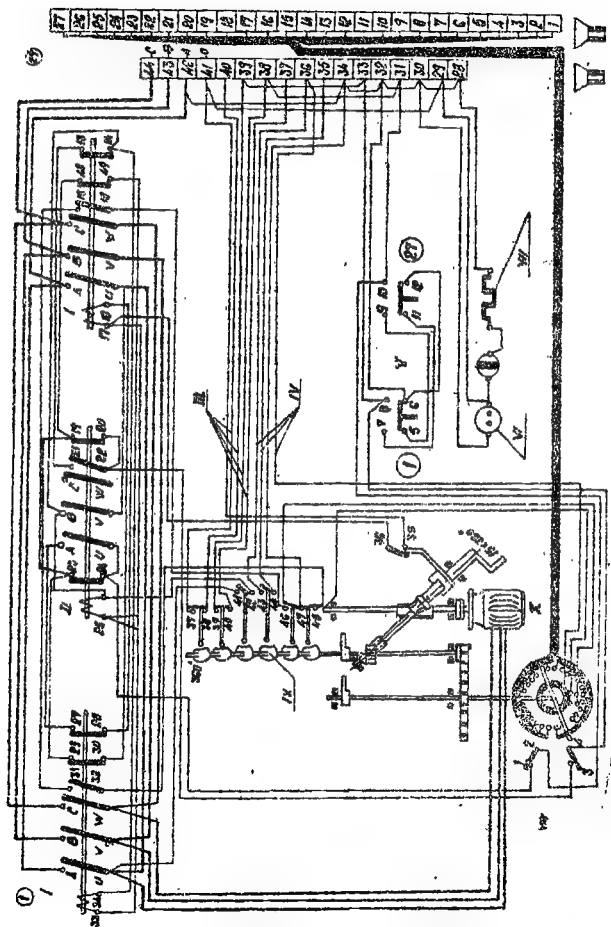


Fig. 31. Schema electrică a convertorului Kolarov, fabricație R.P.B.:  
 I - întrerupător principal; II - întrerupător auxiliar; III - sîn-  
 cronizarea; IV - lampă de semnalizare; V - buton de comandă;  
 VI - priză 220; VII - încălzire; VIII - scutitor; IX - controler;  
 K - motor electric 380 V ~ 1500 rot/min.

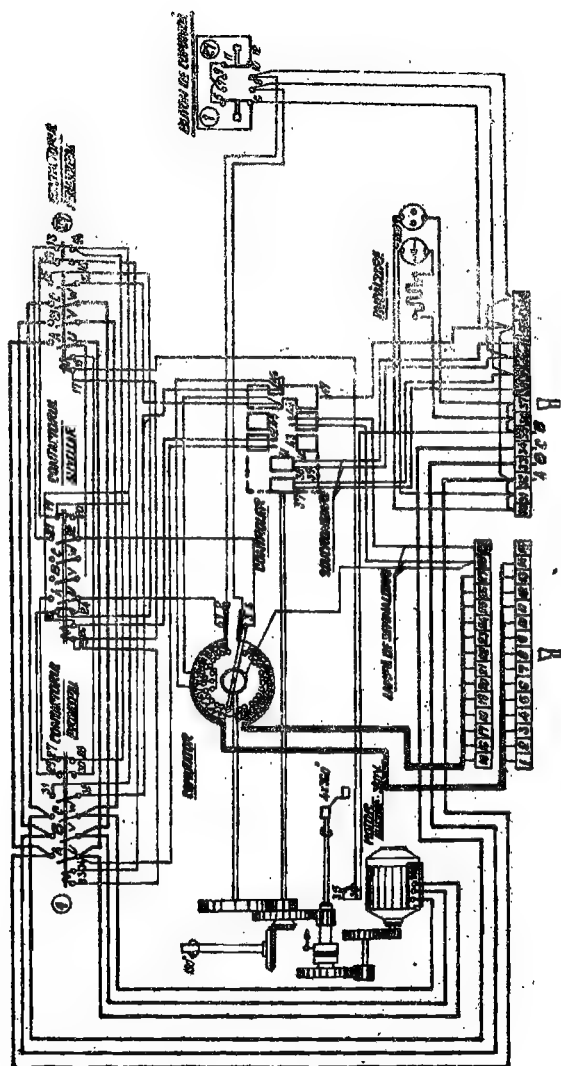


Fig.32. Comutator de reglaj sub servomă Kolarov, tip K3P0  
(schema electrică a acționării).

ANEXA 6 (continuare)

g<sub>6</sub>. deblocarea acționării electrice prin servomotor în momentul acționării manuale cu manivelă a dispozitivului de acționare;

g<sub>7</sub>. acționarea electrică corectă pe toate pozițiile, atât de la fața locului cât și de la distanță, la o tensiune de alimentare cu 15% mai scăzută;

g<sub>8</sub>. se verifică timpul scurs din momentul aplicării impulsului de acționare electrică până la terminarea operației de trecere pe plotul următor; acesta va corespunde valorii indicate în buletinul fabricii (circa 4-5 s);

g<sub>9</sub>. se va verifica funcționarea corectă a contorului numărului de comutări;

g . în cazul folosirii curelelor de transmisie se va verifica întinderea corectă a acestora, conform instrucțiunii fabricantului;

g<sub>11</sub>. se va verifica tot sistemul de transmisie de la dispozitivul de acționare la capul de acționare al comutatorului propriu-zis (axe, cuplaje, angrenaje etc., fig. 33 și 34) că acestea funcționează corect, fără frecări mari, fără a fi împiedicate în mișcare de țevile de protecție, coliere sau alte piese. Se va verifica montarea corectă a acestor piese, alinierea lor (să nu se depășească unghiul maxim admisibil la cuplarea axială etc.). Se vor verifica străpungerile cu șuruburi și asigurările lor la cuplaje; de asemenea, se vor verifica jocurile între elementele asamblate (cuplaje, angrenaje), acestea nu vor depăși limitele prescrise. Se va verifica etanșeitatea asigurată de presetupele axelor de transmisie, lipsa scurgerilor de ulei;

g<sub>12</sub>. se va verifica cuplul maxim (când este acționat și inversorul sau preselectorul) al arborelui de ieșire (circa 2,5 kgm).

#### 1.1.4. Verificarea finală a ansamblului comutator, dispozitiv de acționare după montarea pe transformator sau autotransformator

În afară de verificările indicate la pct. 1.1.1.; 1.1.2.; 1.1.3. se vor efectua, în cadrul probelor finale, asupra transformatorului sau autotransformatorului urmă-



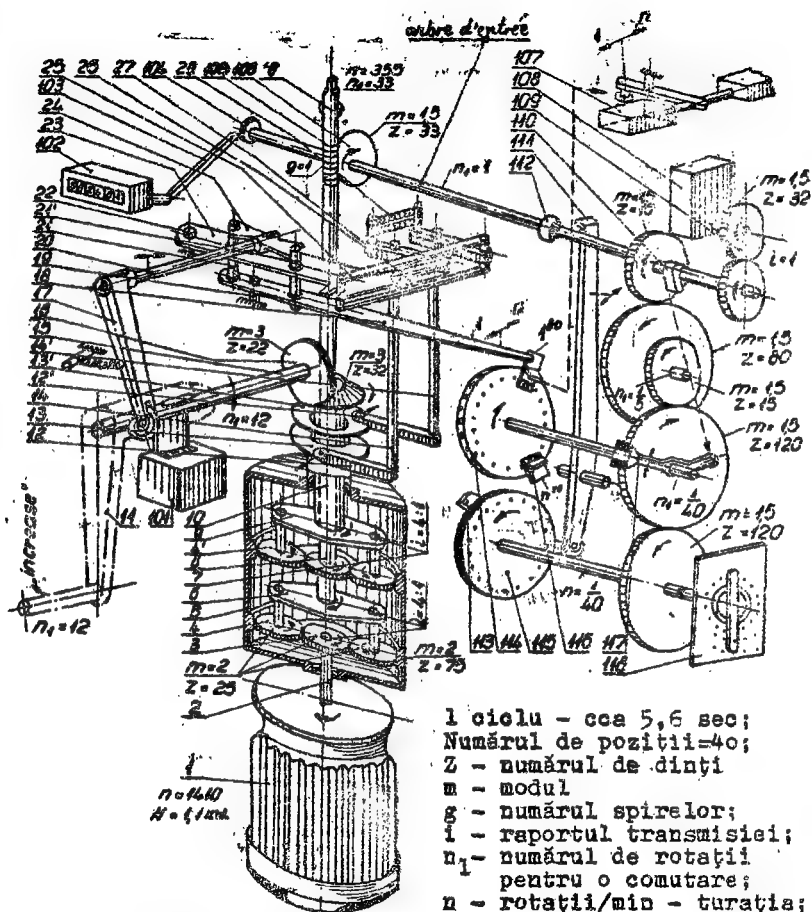


Fig.34. Comanda motorului dispozitivului de acționare  
Transmisia mecanică  
 1-electromotor; 2-ax.; 3-roata centrală a transmisiei motorului; 4 și 4<sup>1</sup>-roți satelit; 5-carcasa mecanismului; 6-suportul roților transmisiei motorului; 7-roata centrală a transmisiei manuale;



Fig.34 (continuare)

8-ax ; 9-suportul roților transmisiei manuale;  
10-ax ; 11-manivelă; 12 și 12'-pîrghii de blo-  
care; 13 și 13'-discuri de blotare; 14 și 14'-axe-  
le de blocare mecanică; 15-axul comenziî manuale;  
16-angrenaj prin roți dințate; 17-pîrghie de blo-  
care; 18-pîrghia I; 19-axul I; 20-ax de blocare;  
21 și 21'-stifturi; 22-axul II; 23-pîrghia II;  
24-pîrghia cu două brațe; 25-bara-lungă; 26-bara-  
scurtă; 27-pîrghie turnată; 28-resort de frînare.

Comanda

101-blocaj electromagnetic; 102-numărător;  
103-bară; 104-excentric; 105-surub fără sfîrșit;  
106-roata surubului fără sfîrșit; 107-blocaj  
electric; 108-controler; 109-roțile transmisiei;  
110-deget (poz. normală); 111-deget de blocare;  
112-deget de blocare mecanică; 113-deget;  
114-disc indicator; 115-disc; 116-deget cu pro-  
fil; 117-pîrghie; 118-comutator.

toarele verificări:

#### ANEXA 6 (continuare)

a) Se verifică umplerea cu ulei de calitate corespunzătoare (200 kV/cm) a camerei ruptorului, inclusiv a țevilor de sifonare și de legătură cu conservatorul și se efectuează aerisirea prin bugoanele prevăzute pe capacul ruptorului în acest scop. Concomitent se verifică și funcționarea corectă a degazorului.

Se verifică poziția deschisă a tuturor vanelor de pe țevile de legătură între camera ruptorului, releul de protecție, degazor și conservator. Se verifică, de asemenea, că atât dispozitivul de acționare cât și comutatorul (vezi indicația pe capacul ruptorului) indică aceeași poziție.

b) Dacă este prevăzut un releu de protecție pentru ruptor se va verifica montarea corectă a acestuia, cu săgeata montată spre conservator. În timp ce releul se montează în poziție orizontală, țevile spre și de la el vor avea o pantă de 2%, urcând în direcția conservatorului.

c) Se verifică legarea la masă (la cuva transformatorului) a ruptorului (a capacului acestuia care poate rămâne izolat prin garniturile de perbunan).

d) Se verifică funcționarea corectă a releului de protecție a ruptorului, conform instrucțiunilor fabricantului.

e) Se verifică etanșeitatea camerei ruptorului, a capacului acesteia, lipsa scurgerilor de ulei pe lângă rama capacului.

Totodată se verifică și etanșeitatea presetupelor de etanșare la axele de transmisie, către camera ruptorului, dacă este cazul.

f) Se verifică ca toate subansamblurile și piesele (la ruptor, selector, dispozitiv de acționare, elemente de transmisie) să corespundă ca număr de fabricație aceluiasi comutator - ele fiind ajustate împreună în vederea unei funcționări corecte.

g) Se verifică sensul corect de rotație al servomotorului, ca la pct.11.3.d.

h) Se verifică manual funcționarea corectă a comutatorului cu dispozitivul de acționare, montat pe transformator, pe toate pozițiile și în ambele sensuri.

În ambele sensuri, indicațiile poziției, atât pe dispozitivul de acționare cât și cele de pe capacul ruptorului, trebuie să corespundă.

#### ANEXA 6 (continuare)

Se verifică în continuare manual funcționarea corectă a sistemului de blocare mecanică pe pozițiile extreme și în continuare prin acționare cu servomotor se verifică și funcționarea corectă a sistemului de blocare electric pe pozițiile extreme.

Se verifică, de asemenea, întreruperea comenzii electrice a servomotorului în momentul acționării manuale (la introducerea manivelei).

1) Verificarea raportului de transformare la tensiune joasă:

Se alimentează în gol transformatorul sau autotransformatorul pe partea de tensiune superioară cu 380 V - 50 Hz, trifazat și se verifică raportul de transformare cu aparat de măsură 0,2 sau 0,5 pe toate fazele, acționând comutatorul cu ajutorul servomotorului pe toate pozițiile și în ambele sensuri.

Totodată se va verifica pe voltmetrele montate între fazele mediei tensiuni, că acele acestuia, deși marchează trecerea de pe un plot pe altul, prin deviații mici, nu au tendința de a cădea spre 0 - ceea ce ar indica întreruperea circuitului în timpul comutării.

j) Verificarea diagramei circulare: se verifică cinematica corectă a contactelor selectorului, inversorului (sau preselectorului) și a ruptorului, comutatorul fiind acționat manual și apoi prin servomotor, vezi pct. 1.1.2.1 și anexa 3.

În acest scop se va înregistra diagrama circulară și se va compara cu cea din buletinul de încercare al fabricantului.

Se verifică pe toate pozițiile și în ambele sensuri ca oprirea comutatorului acționat manual sau cu servomotor să coincidă, de asemenea, cu indicația poziției de pe capacul ruptorului cu cea de pe dispozitivul de acționare.

Dacă dispozitivul de acționare a fost cuplat corect (sincronizat) cu comutatorul, atunci la acționarea manuală sau prin servomotor la trecerea de pe o treaptă pe alta, în ambele sensuri, numărul de rotații dintre momentul funcționării ruptorului (seizabil auditiv) și momentul opririi dispozitivului de acționare (servomotorul) este egal.

Comutarea trebuie să fie terminată totdeauna înainte ca servomotorul de acționare să se fi oprit cu o rezervă corespunzătoare (de exemplu 2-4 ture), în ambele sensuri.

În caz contrar se va decupla axul de transmitere

ANEXA 6 (continuare)  
între dispozitivul de acționare și capul de acționare al  
comutatorului și se vor regla pozițiile acestora, astfel  
încît condiția arătată mai sus să fie îndeplinită.

1. Se verifică rezistențele ohmice ale înfășurării  
prevăzute cu prize de reglaj, pe toate cele trei faze și  
pe toate pozițiile comutatorului, în ambele sensuri de  
parcurs.

Pe fiecare poziție, abaterea maximă admisă între  
faze nu va depăși 2%. În timpul măsurărilor, la trece-  
rea de pe o poziție pe alta, ampermetrul nu trebuie să  
indice o întrerupere a curentului, a circuitului.

2. Se măsoară rezistențele de izolație, coeficien-  
tul de absorbție, tangenta unghiului de pierderi ale  
înfășurărilor, precum și tangenta  $\delta$  a uleiului. Se men-  
ționează că rezistențele de izolație și coeficientul de  
absorbție al transformatorului pot fi influențate de  
umiditatea eventuală din camera ruptorului, în care caz  
acesta trebuie uscat.

## ANEXA 7

Lista de utilaje, dispozitive și scule necesare  
re reviziei tehnice și reparației comutatoarelor

1. Trusă de chei fixe
2. Trusă de chei tubulare
3. Trusă de chei inelare
4. Chei pentru locaș hexagonal
5. Ciocane diferite
6. Dălți diferite
7. Patrioale pentru garnituri
8. Clește patent cu miner izolant
9. Trusă de șurubelnițe
10. Perie de sîmă
11. Pensule diferite
12. Șurubelniță mecanică
13. Pile fine
14. Ruletă 2000 mm
15. Subler de la 0 - 200 mm
16. Cheie dinamometrică
17. Megohmmetru 500 V
18. Punte de măsurat rezistențe ohmice
19. Transformator pentru lucru 220/24 V; 500 A
20. Lampă de lucru portativă
21. Leră pentru controlul contactelor
22. Cheie de comutare
23. Cîrlig de fixare
24. Pană de tensionare
25. Dispozitiv de ridicare
26. Macara auto
27. Sticle pentru probe de ulei
28. Butoaie pentru ulei
29. Filtru de silicagel

ANEXA 7 (continuare)

- 30. Agregat pentru uscare-filtrare ulei Tr.-30
- 31. Cisternă pentru golirea uleiului
- 32. Pompă de tras uleiul
- 33. Pompă de vid
- 34. Instalație de uscare
- 35. Instalație de măsurare a presiunii pe contacte

**Tipul de evidență a comutatoarelor transformatoarelor de putere**

[illegible]





## Buletin de revizie/reparație a comutatoarelor

R.E.E. _____ ÎNȚEPRINDAREA _____ UNITATEA _____		BULETIN DE REVIZIE/REPARAȚIE Nr. _____ Din _____ 19__			
COMUTATOR DE REGLAJ SUB SARCINĂ			Instalat în stația (locul de montaj) _____		
CARACTERISTICILE TRANSFORMATORULUI	Fabricat	Seria	Potenț. (kV)	Tensiuni nominale (kV)	
CARACTERISTICILE COMUTATORULUI	Fabricat	Seria	Tens. nom. (kV)	Curent (A)	Nr. trepte de reglaj
I VERIFICĂRI EXECUTATE DUPĂ REVIZIE (REPARARE)					
REZISTENȚA OHMICĂ ȘI REZISTENȚEI DE COMUTAȚIE ( $\Omega$ )			REZISTENȚA DE CONTACT LA RUPTOR ( $\Omega$ )		
Faza A		Faza B		Faza C	
R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
			contact pre contact		
PROBA ULEIULUI		BULETIN DE ANALIZĂ CHIMICĂ Nr. _____ DIN _____ RIGIDITATEA DIELECTRICĂ _____ kV/cm			
VERIFICAREA FUNCȚIONĂRII LIMITATOARELOR		Limitatorul fine de cursă		Mecanic	
		Limitatorul de treaptă		Electric	

## II LUCRĂRI EXECUTATE


## III CONCLUZII

Receutat revizie	Verificat	Asistat șef tură	Controlat

## BIBLIOGRAFIE

1. Pazman și Barn      Repararea și modernizarea transformatoarelor. Editura tehnică, 1963, traducere din limba rusă.
2. Jerzierski ș.a.      Transformatoare electrice - Construcție și proiectare.
3. xxx      Manualul inginerului electrician, vol. II, Editura tehnică.
4. xxx      VEB - Verlag technic Berlin "VEB-Handbuch transformatoren und wandler".
5. xxx      RILPROM - Instruction PC17 pour montage des regulateurs en charge. Uzina "V.Kolarov", Sofia.
6. xxx      Instruction nr. 18. Regulateurs à grandins type P-11e, 6e et 35 kV - Mode de fonctionnement, description, exploitation et entretien. Uzina "V.Kolarov" Sofia.
7. xxx      Instruction pour montage des regulateurs à grandins type 11e, 6e et 35 kV. Uzina "V.Kolarov" Sofia.
8. xxx      Grosse stufenschalten für stell transformatoren, Behandlungsverschrift nr. 37e, TRO-VEB.
9. xxx      Grosse Regelschalt werke für stufentransformatoren, Behandlungsverschrift nr. 37e. VEB-transformatoren-- Werk.
10. E.Drăgănescu      Cercetări privitoare la reconstrucționarea comutatoarelor de reglaj sub sarcină tip Jansen la transformatoarele de mare putere. Lucrare a I.R.M.E., 1964.

11. R.Goran      Cercetări experimentale privind îmbunătățirea funcționării comutatoarelor de reglaj sub sarcină tip Jansen, efectuate în anul 1965. Lucrare a I.R.M.E., Sibiu.
12. 3-ET 26-70      Fișă tehnologică. Exploatarea, revizia și repararea comutatoarelor de reglaj al tensiunii sub sarcină tip Jansen.
13. M. Gigușievici      Instrucțiune tehnologică pentru controlul și verificarea comutatoarelor de ploturi în fabricație, la recepție și la revizia în exploatare. ICEMENERG, 1979 - 80.
14. xxx      Instrucțiuni de montaj și exploatare pentru comutatoarele de fabricație Elin-Austria și M.R.Reinhausen-R.F.G.
15. M.Enăchescu      g.a.      Tehnologie pentru verificarea preventivă a transformatoarelor de putere. Lucrare ICEMENERG 1982.
16. PE 116/78      Normativ de încercări și măsurători la echipamente și instalații electrice.
17. PE 016-3/82      Normativ tehnic de reparații la echipamentele și instalațiile electrice.